

Vilja Harju

TUOTANNON TIETOJÄRJESTELMIIN POHJAUTUVA KOKOONPANON TUOTTAVUUDEN KEHITYS

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Diplomityö
Tarkastajat professori Minna Lanz &
yliopistotutkija Eeva Järvenpää
Maaliskuu 2020

TIIVISTELMÄ

Vilja Harju: Tuotannon tietojärjestelmiin pohjautuva kokoonpanon tuottavuuden kehitys
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Maaliskuu 2020

Tämä työ tehtiin yhteistyössä suomalaisen, prosessiteollisuudelle laitteita valmistavan yrityksen kanssa, ja tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena oli löytää tapoja kehittää yrityksen tuottavuutta verrattuna nykytilanteeseen. Tuottavuuden lisäksi tietojärjestelmät olivat olleet paljon esillä työtä edeltävinä aikoina, joten kehityksen tarkastelun päänäkökulmaksi valittiin järjestelmien vaikuttavuus. Yhteyttä järjestelmien ja tuottavuuden välillä ei ole yksinkertaista tarkastella, sillä suora vaikutusta on hyvin vaikea havaita tai mitata. Työn tekemiseen vaikutti lisäksi kaksi suurempaa projektia, joille haluttiin luoda pohjaa nykytila-analyysin avulla ja kehittää ratkaisuja, jotka voitaisiin toteuttaa projektien ohella pidemmällä aikavälillä. Tärkeänä näkökulmana tutkimuksessa on myös henkilöstölähtöisyyden vaikutus.

Teoriaosuus koostuu katsauksista tuotannon tietojärjestelmiin ja niiden väliseen tiedonsiirtoon, tiedonhallintaan ja järjestelmistä löytyvään dataan sekä tuottavuuteen, sen mittaamiseen ja kehitykseen. Kirjallisuuskatsauksella tutustutaan aiemmin tehtyihin tutkimuksiin ja tarkastellaan järjestelmiä ja tuottavuutta yleisellä tasolla. Tarkastelua kohdennetaan kohdeyrityksen tasolle käytännön osuudessa.

Yrityksessä vallitsevaa tilannetta tutkittiin nykytila-analyysin avulla. Analyysi perustuu kolmeentoista tuotannon toimihenkilön haastatteluun ja kyselyvastaukseen. Haastattelujen ja kyselyn avulla oli mahdollista vastata hyvin mielipidekohtaisiin tutkimuskysymyksiin tuottavuuteen liittyen sekä selvittää, minkälaisia asioita järjestelmissä tulisi kehittää henkilöstön kannalta. Tarkastelun kohteena oli myös oleellisesti tuottavuuteen vaikuttava järjestelmien tiedon laatu ja haastatteluissa ilmenneitä datavirheitä pyrittiinkin todentamaan data-analyysin avulla. Data-analyysin pohjalta virheiden juurisyitä oli mahdollista tutkia juurisyysanalyysin avulla.

Tutkimuksen aihe osoittautui työn edetessä hyvin ajankohtaiseksi ja tuloksia läpikäydessä henkilöstössä heräsi ajatuksia oman toiminnan vaikutuksesta. Lisäksi tulosten pohjalta ymmärrettiin yhteistyön ja kommunikoinnin merkitys yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Tutkimuksen avulla nostettiin konkreettisesti esille hieman piilossa olleita asioita. Tietojärjestelmien osalta tutkimuksessa päädyttiin lopputulokseen, että data tai sen laatu ei ole hidaste tuottavuudelle. Pääasialliset hidasteet liittyvät kommunikointiin, johtamiseen ja tiedon jakamiseen. Olennaisesti näihin liittyy tiedon visualisointi järjestelmien avulla, joka luo edellytyksiä kaikkien tekemiselle ja sen parantamiselle. Tuottavuus todettiin tutkimuksessa tärkeäksi tavoitteeksi, mutta yrityksessä siitä on tehty vaikea käsite epäselvillä standardituntimäärittelyillä, laskentamenetelmillä ja vähäisellä informaatiolla. Tuottavuustavoitteet olivat harvoilla tiedossa, vaikka ne ovat olleet pinnalla pidemmän aikaa. Sekä tietojärjestelmissä että tuottavuudessa havaitut ongelmat voidaan ratkaista suhteellisen helpoilla toimilla.

Yhteys tietojärjestelmien ja tuottavuuden välille voidaan luoda toimintatapojen muutoksen, ajansäästön, suunnittelun ja ennakkoinnin sekä henkilöstön laajemman osallistamisen kautta. Olennaista on järjestelmien mahdollistama toiminnan tehostaminen. Tutkimuksen pohjalta määriteltyjen kehitysehdotusten tarkoituksena on kehittää järjestelmien käyttöä ja parantaa tuottavuutta. Suurpiirteisesti ehdotukset jakautuvat MES-järjestelmän kehitykseen, tuotemuutosprosessin muutoksiin ja tuottavuuden visualisoinnin ja läpinäkyvyyden tehostamiseen.

Avainsanat: MES, ERP, tuottavuus, tietojärjestelmä, tiedonhallinta, toiminnanohjaus, visualisointi, data

ABSTRACT

Vilja Harju: Productivity Improvement based on Production Information Systems
Master's Thesis
Tampere University
Master's Degree Programme in Mechanical Engineering
March 2020

This Master's Thesis was made in collaboration with a Finnish company providing technology and services for process industries. The main target was to find ways to improve productivity in comparison to the current situation. Alongside productivity, information systems had been brought up many times in the company and therefore another target was set to examine their effect on productivity. The relation between systems and productivity is not easy to examine because it is hard to detect and measure. In addition, this Thesis forms a base for two larger projects by providing an overview of the current situation and future development steps. Also, one important aspect is the influence of the personnel.

The theory of this work is divided into three sections: the information systems used in production and data transfer between them, Knowledge Management and production data and productivity and how it is measured and developed. Former studies provide a good amount of information about the systems and productivity at a common level. Analysis of the current situation enables inspection at the company level.

The current situation was examined using an analysis of the current state. The analysis is based on thirteen interviews and survey responses on production Officials. The interviews and survey made it possible to answer the research questions that depend on people's opinions in productivity and to determine what changes could be made to information systems. The quality of the data was also examined and the data inconsistencies that were mentioned in the interviews were demonstrated using data analysis. Based on the data analysis it was possible to determine root causes for these inconsistencies.

The topic turned out to be very actual during the process and it got the personnel to evaluate their way of working and its influence. The results helped everyone to notice the importance of collaboration and communication in trying to reach common targets. The study pointed out things that had been recognized but hidden. From the information system's point of view the conclusion was made that the quality of the data is not a problem while improving productivity. Main issues are related to communication, management and sharing information. Visualization is something that affects all of these by creating equal conditions for work and its improvement. Productivity was considered as a very important target, but the company has made it a very hard thing to comprehend by using unclear standard hours, measuring methods and sharing little information. Only a few were aware of the productivity targets that were set some time ago. The issues related to the systems and productivity could be solved relatively easy.

The relation between the information systems and productivity can be created by changing the way of working, time saving, planning and prediction and by involving people more. The main thing is the power of information systems in increasing performance. Development actions that were determined during the research are aiming to improve the use of the information systems and productivity. The development actions may be categorized into the development of MES, changes in Product Change Management and the improvement of productivity visualization and transparency.

Keywords: MES, ERP, Productivity, Information System, Knowledge Management, Production Control, Visualization, Data

ALKUSANAT

Pääsin tekemään diplomityötä itselleni mielenkiintoisessa yrityksessä, ja aihe muotoutui hieman oman työni kautta. Kiitos työn aiheen kehittämisestä ja mielenkiinnosta työtä kohtaan kohdeyrityksen ohjaajalle. Kiitos myös kokoonpano-osastojen toimihenkilöille, joiden antamat vastaukset muodostavat suurimman osan tutkimuksen aineistosta. Yliopiston puolelta kiitän Minna Lanzia ja Eeva Järvenpäättä, jotka antoivat hyviä ohjaavia kommentteja ja auttoivat hahmottamaan työn kokonaisuutta.

Tähän työhön päättyvät parhaat opiskeluvuodet, joiden aikana tunsin tekeväni sitä, mistä oikeasti pidän. Aika tuntuu menneen liian nopeasti. Upeinta näissä vuosissa oli kuitenkin seura eli Oona, Tiina, Minna, Peppiina ja Elina. Kiitos teille siitä, että teitte jokaisesta päivästä loistavan. Viimeisimpänä kiitos vielä perheelleni kuuntelemisesta ja kannustuksesta tämän prosessin ja koko opiskeluni aikana.

Tampereella, 4.3.2020

Vilja Harju

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Työn tutkimuskysymykset	2
1.2 Tutkimusprosessi ja -menetelmät	3
1.3 Rajaukset	8
2. TEORIA – TIETOJÄRJESTELMÄT, TIEDONHALLINTA JA TUOTTAVUUS	11
2.1 Tuotannon tietojärjestelmät	11
2.1.1 ERP-toiminnanohjausjärjestelmän periaate	12
2.1.2 MES-valmistuksenohjausjärjestelmän periaate	13
2.1.3 Tietojärjestelmien välinen tiedonkulku	16
2.1.4 Visualisointi osana tietojärjestelmiä ja tiedon havainnollistamista	18
2.2 Tiedonhallinta ja datan validius	20
2.2.2 Tiedonhallinta ja tietojohdaminen	21
2.2.3 Tuotannon toiminnasta kerättävä tuotantotieto	24
2.2.4 Datassa esiintyvät virheet ja epäjohtonmukaisuudet	24
2.3 Tuottavuus	29
2.3.2 Kokoonpanotuotannon tuottavuus	31
2.3.3 Tuottavuuden mittaus	33
2.3.4 Henkilöstölähtöinen tuottavuuden kehitys	37
2.3.5 Tuottavuuden kehitys	39
3. KÄYTÄNNÖN OSUUS – NYKYTILA-ANALYYSI	44
3.1 Työn kohdeyrityksen toiminta	44
3.2 Nykytila-analyysin toteutus	47
3.3 Nykytila-analyysin tulostenkäsittelymenetelmä	48
4. NYKYTILA-ANALYYSIN TULOKSET	50
4.1 Nykytila-analyysin haastattelutulokset	50
4.2 Nykytila-analyysin kyselytulokset	66
5. TULOSTEN ANALYSOINTI	69
5.1 Kyselytulosten tilastollisesti kuvaava analyysi	70
5.2 Datavirheiden analyysi data-analyysilla	75
5.3 Yhteys tietojärjestelmien ja tuottavuuden välillä	81
5.4 Tutkimuksen kokonaisluotettavuus	83
6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET	88
7. YHTEENVETO	92
LÄHTEET	95
LIITE A: KVALITATIIVISET HAASTATTELUKYSYMYKSET	103
LIITE B: KVANTITATIIVISET HAASTATTELUKYSYMYKSET	104
LIITE C: KYSELYN VASTAUKSET	105
LIITE D: JUURISYYANALYYSIKAAVIOT	110

LIITE E: KEHITYSEHDOTUSTEN ARVIOINTIMATRIISIT	113
---	-----

KUVALUETTELO

<i>Kuva 1.1 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen eteneminen.....</i>	<i>4</i>
<i>Kuva 1.2 Tutkimuksen kulku (mukaillen Käpylä 2008, s. 11).....</i>	<i>8</i>
<i>Kuva 2.1 MESA-järjestön määrittämä tuotantoyrityksen toimintamalli (mukaillen MESA International 2019).</i>	<i>14</i>
<i>Kuva 2.2 ISA-95 standardin mukaiset suunnittelun ja ohjauksen tasot ja niihin liittyvät toiminnot (Järvenpää & Lanz 2014, ANSI/ISA-95.00.03-2005 mukaan).</i>	<i>15</i>
<i>Kuva 2.3 Esimerkkejä tiedonsiirrosta ERP-, MES- ja APS-järjestelmien välillä (mukaillen Kucharska 2015).</i>	<i>17</i>
<i>Kuva 2.4 Neljä ISA-95 standardin määrittelemää tietokategoriaa (mukaillen Johnsson 2004).</i>	<i>17</i>
<i>Kuva 2.5 Tiedonhallinnan sykli (mukaillen Choo 1995).</i>	<i>23</i>
<i>Kuva 2.6 Kansainvälinen kaksitasomalli datan laadun arviointia varten (Cai & Zhu 2015, s. 4).</i>	<i>25</i>
<i>Kuva 2.7 ERP-järjestelmän datan olennaisuus ja saatavuus. (mukaillen Haug et al. 2009, s. 1059).</i>	<i>26</i>
<i>Kuva 2.8 ERP-järjestelmän datan oleellisuus ja hyödyllisyys (Haug et al. 2009, s. 1060).</i>	<i>27</i>
<i>Kuva 2.9 Tuottavuuden osatekijät (Uusi-Rauva 1997, s. 19).</i>	<i>29</i>
<i>Kuva 2.10 Tuottavuuden osatekijät-matriisi (Vesilahti 2016).</i>	<i>30</i>
<i>Kuva 2.11 Tehdastason tuotantojärjestelmän osat (Lapinleimu 1997, s. 19).</i>	<i>32</i>
<i>Kuva 2.12 Tuottavuus ja operatiivinen tehokkuus (mukaillen Viitamo 2007, s. 9).</i>	<i>41</i>
<i>Kuva 2.13 Tuottavuuden kehitykseen vaikuttavat tekijät (Van Ark et al. 2007, s. 4).</i>	<i>41</i>
<i>Kuva 5.1 Virheellinen vastaus sarjanumero- ja laatukyselyissä.....</i>	<i>75</i>
<i>Kuva 5.2 Saman kysymyksen toistuminen ja toisistaan poikkeavat vastaukset.....</i>	<i>76</i>
<i>Kuva 5.3 Vähäinformaatioinen vastaus kysymykseen.....</i>	<i>76</i>
<i>Kuva 5.4 Väärältä vaiheelta kirjattu raportti.....</i>	<i>77</i>
<i>Kuva 5.5 Puuttuva nimike virheraportissa.</i>	<i>77</i>
<i>Kuva 5.6 Räätilikoneiden vähäiset kokoonpanovaiheet.</i>	<i>77</i>
<i>Kuva 5.7 Alivaihe ja osat väärällä vaiheella.</i>	<i>78</i>
<i>Kuva 5.8 Tekemättömästä uudelleenajoituksesta johtuva aikatauluvirhe.</i>	<i>79</i>
<i>Kuva 5.9 Puutteellinen alivaiheen sääntö.</i>	<i>79</i>
<i>Kuva 7.1 Kehitysehdotusten roadmap.</i>	<i>94</i>

TAULUKKOLUETTELO

<i>Taulukko 1. Katsaus ERP-järjestelmän moduuleihin (mukaillen Stevenson s. 522).</i>	12
<i>Taulukko 2. Visualisoinnin kymmenen hyötyä (Eaidgah et al. 2016, s. 194–196).</i>	18
<i>Taulukko 3. Tuottavuus: Tuotos/panos- suhteita (mukaillen Van Ark et al. 2007, s. 2).</i>	34
<i>Taulukko 4. MES- ja ERP- järjestelmien sisältämä tieto.</i>	46
<i>Taulukko 5. Yhteenveto haastattelutuloksista taulukkona.</i>	64
<i>Taulukko 6. Kyselyn vastausvaihtoehtojen vastausmäärät prosentteina.</i>	67
<i>Taulukko 7. Kyselyn tietojärjestelmäosuuden vastausten aritmeettiset keskiarvot ja moodit.</i>	70
<i>Taulukko 8. Linjakokoonpanon ja paikkakokoonpanon vastausten aritmeettiset keskiarvot ja moodit.</i>	72
<i>Taulukko 9. Kyselyn tuottavuusosuuden aritmeettiset keskiarvot ja moodit.</i>	72
<i>Taulukko 10. Linjakokoonpanon ja paikkakokoonpanon vastausten aritmeettiset keskiarvot ja moodit.</i>	73

LYHENTEET JA MERKINNÄT

APS	engl. Advanced Planning and Scheduling, tuotannon hienokuormitusjärjestelmä
BOM	engl. Bill of Materials, osaluettelo
ERP	engl. Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
ICT	engl. Information Communication Technology, Tieto- ja viestintäteknologia
IM	engl. Information Management, tiedonhallinta
ISA	engl. International Society of Automation, patenteja ja tieteellisiä julkaisuja automaatiosta tuottava järjestö
IT	engl. Information Technology
KM	engl. Knowledge Management, tietojohtaminen tai tiedon johtaminen
KPI	engl. Key Performance Indicator, määrällinen mittari suorituskyyvylle
MES	engl. Manufacturing Execution System, valmistuksenohjausjärjestelmä

1. JOHDANTO

Yritysten valtavaa tietomäärää käsitellään ja säilytetään nykypäivänä erilaisissa tietojärjestelmissä. Niitä hyödynnetään sopivasti eri sidosryhmien tarpeiden mukaan ja niistä voidaan luoda erilaisia kokonaisuuksia. Tietojärjestelmät ovat merkittäviä sidosryhmien yhdistäjiä, sillä ne tuovat kaikki yrityksen sisällä yhteen ja luovat tasavertaisen perustan kaikkien työtehtäville. Yleensä uuden ohjelman hankkiminen yritykseen on suuri investointi ja siitä halutaankin saada mahdollisimman suuri hyöty irti. Tietojärjestelmien ja tuottavuuden välistä yhteyttä on tutkittu sekä palvelu¹- että teollisuuspuolella², ja tutkimuksen taustalla on ollut ajatus siitä, että järjestelmiin tehdyt investoinnit eivät ole vastanneet niistä saatavaa hyötyä. Tämä ajatus on ollut osittain myös tämän työn taustalla, kun on haluttu lähteä tutkimaan mahdollisuutta parantaa kokoonpanon tuottavuutta tuotannon tietojärjestelmien ja niistä saatavan tiedon avulla.

Tämä työ on tehty yhteistyössä suomalaisen, prosessiteollisuusosalalle laitteita valmistavan yrityksen kanssa. Yrityksen kokoonpanotuotannossa on viimeisen vuoden aikana korostettu tuottavuuden merkitystä, ja tuottavuus on ollut paljon esillä. Tuottavuutta on saatu kasvatettua tänä aikana jo merkittävästi, mutta luvut ovat silti suhteellisen alhaisia. Tuottavuutta on parannettu pääasiassa omaa toimintaa kehittämällä ja kehitys vie aikansa. Yrityksessä on jo suurelta osin tiedossa, millaisilla kehitysaskeleilla on hyvä jatkaa ja miten tuottavuutta voitaisiin nostaa yhä korkeampiin prosenttilukuihin. Tämän työn tarkoituksena on muodostaa jatkotoimenpiteitä näille jo käynnissä oleville toimille ja selvittää tietojärjestelmien nykytilaa ja vaikutusta kehitykseen.

Yrityksessä on ollut työn toteutuksen aikana käynnissä kaksi suurempaa projektia, jotka myös vaikuttavat työn taustalla. Ensimmäisenä on tehtaan sisäisen toiminnan muuttaminen. Kokoonpanotehtaan toimintoja on järjestelty uudelleen ja osa kokoonpanoista on siirretty toiseen rakennukseen. Tämän siirtyneen kokoonpano-osaston toiminnassa on tarkoitus alkaa hyödyntää MES-ohjelmaa. Tehtaaseen jääneet kokoonpano-osastot järjestellään osittain uudelleen ja tämän lisäksi on tarkoitus lisätä osastojen välistä joustavuutta ja yhteistoimintaa. Tätä työtä varten haastatellut henkilöt edustavat näitä kahta

¹ Ks. esimerkiksi Amah, E. & Ahiauzu, A. (2011).

² Ks. esimerkiksi Kettunen Kettunen, J. & Simons, M. (2001).

samaan tehtaaseen jäänyttä osastoa ja haastatteluilla on ollut tarkoitus tuoda esiin heidän näkökulmiaan tuottavuuteen ja tietojärjestelmiin liittyen. Tämä lisää ymmärrystä osastojen välillä ja luo perustaa yhteen hiileen puhaltamiselle. Lisäksi haastattelujen ja kyselyn pohjalta oli mahdollista omaksua toimivia tapoja toiselta osastolta sekä lisätä toiminnan läpinäkyvyyttä. Niiden avulla myös tuotiin esiin järjestelmien ja tiedon laadun hyviä ja huonoja puolia sekä tarkasteltiin suhtautumista tuottavuuteen.

Toinen pitkäaikaisempi ja huomattavasti suurempi projekti on mahdollisen uuden tehtaan perustaminen toiseen paikkaan. Työn tekemisen aikaan tämä projekti oli hyvin alkuvaiheessa, mutta jo tässä työssä haluttiin tarkastella tulevaisuuden näkökulmia ja pohdita, millainen tuottavuuden ja tietojärjestelmien suhde voisi olla tulevaisuudessa ja mahdollisessa uudessa tehtaassa. Osa työn pohjalta muodostetuista kehitystoimista sijoittuu pidemmälle tulevaisuuteen, jolloin niiden implementointiympäristö voi olla erilainen kuin nyt.

Viimeisenä työn näkökulmana on henkilöstölähtöisyys tuottavuuden kehittämisessä. Henkilöstön motivaation vaikutusta on tarkasteltu useassa tutkimuksessa³ ja useita motivoivia tekijöitä on löydetty. Haastattelujen ja kyselyn avulla selviää ihmisten mielipiteet ja suhtautuminen ja niiden pohjalta voidaan määrittää henkilöstön motivoitumista. Suuri osa ihmisten motivaatiota on heidän tietoisuutensa ja ymmärryksensä sekä tarvittavien tietojen saaminen tasavertaisesti. Tiedon kautta rakentuu yhteys järjestelmien ja tuottavuuden henkilöstölähtöisyyden välille. Henkilöstölähtöisyyden kautta voidaan tarkastella lisäksi johtamista ja sen helpottumista järjestelmien tiedon avulla.

Korkea tuottavuus ei ole ainoa tärkeä kannattavan toiminnan mitta tai tavoite. Yrityksissä tuottavuuden tasolla tarkasteltuja muita tekijöitä ovat esimerkiksi työturvallisuus ja laatu. Tuottavuuteen voidaan katsoa vaikuttavan monin eri tavoin ja sitä voidaan lähteä kehittämään monesta eri suunnasta. Tähän työhön valikoitunut näkökulma lähti yrityksen tämän hetkisestä tilanteesta ja tavoitteesta sekä tietojärjestelmien kohdalla havaituista hidadeista päivittäisessä toiminnassa.

1.1 Työn tutkimuskysymykset

Tämän työn tarkoituksena on määrittää kohdeyrityksen tuottavuuden ja tietojärjestelmien datan nykytilaa ja sen pohjalta arvioida kehittymismahdollisuuksia ja yhteyttä niiden välillä.

³ Ks. esimerkiksi Khan, M. S. (1993) tai Kazaz, A., Manisali, E. ja Ulubeyli, S. (2008).

Nykytila-analyysi toteutettiin haastattelun ja kyselyn avulla ja tulosten pohjalta määriteltiin suurimmat haasteet, joihin koettiin aiheelliseksi puuttua. Työn tuloksissa määritettiin jatkotoimet ja aikataulutettiin niiden toteutusta roadmapin avulla.

Työn neljä tutkimuskysymystä on listattu alla. Yhteyden löytämiseksi järjestelmien ja tuottavuuden välille, liikkeelle lähdettiin tietojärjestelmien tietoa tutkimalla. Tietoa tarkastelemalla voitiin määrittää, onko se tuottavuutta edesauttavaa ja tukevaa vai haittaavatko esimerkiksi erilaiset datavirheet työtä ja tätä kautta tuottavuutta. Löydetyn tiedon laadun ja käytön pohjalta voitiin tutkia sen yhteyttä tuottavuuteen sekä päivittäiseen tekemiseen. Työn taustalla on myös vahvasti yrityksen pyrkimys nostattaa tuottavuuslukuja kehittämällä sen omaa toimintaa ja tämän vuoksi henkilöstön kokemusten ja mielipiteiden selvittäminen koettiin merkitykselliseksi. Henkilöstöä pyydettiin määrittelemään heidän vaikutusmahdollisuutensa ja suhtautumisensa tuottavuuteen sekä heidän mielestään suurimmat kehityksen avaintekijät ja hidastavat tuottavuusesteet. Menetelmiä tutkimuskysymysten vastausten selvittämiseksi on tarkasteltu seuraavassa luvussa.

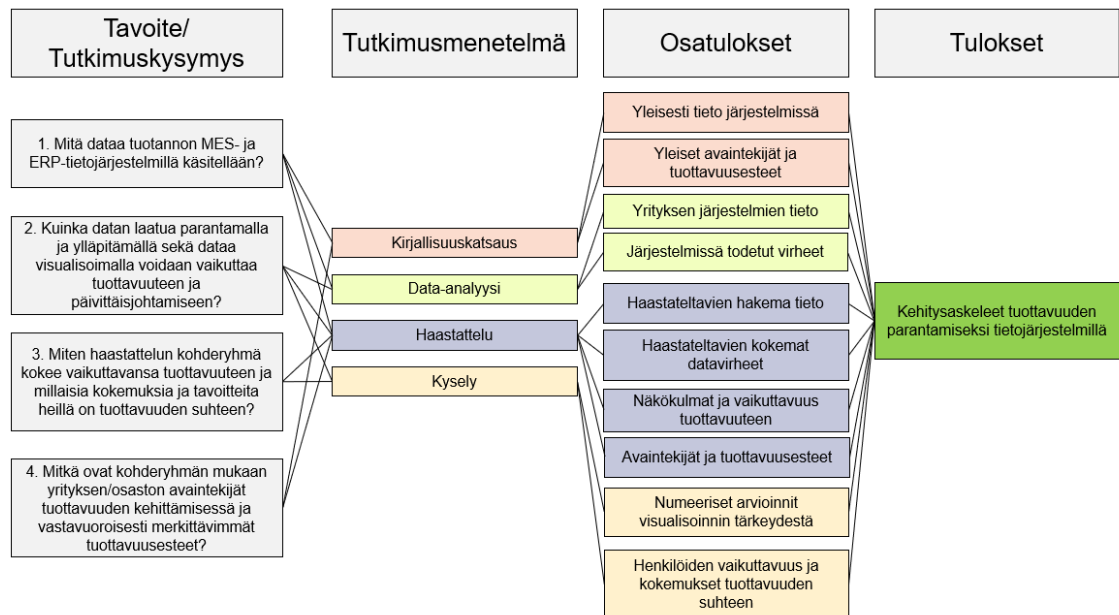
Tutkimuskysymykset:

1. Mitä dataa tuotannon MES- ja ERP-tietojärjestelmillä käsitellään?
2. Kuinka datan laatua parantamalla ja ylläpitämällä sekä dataa visualisoimalla voidaan vaikuttaa tuottavuuteen?
3. Miten haastattelun kohderyhmä kokee vaikuttavansa tuottavuuteen ja millaisia kokemuksia ja tavoitteita heillä on tuottavuuden suhteen?
4. Mitkä ovat kohderyhmän mukaan yrityksen/osaston avaintekijät tuottavuuden kehittämisessä ja vastavuoroisesti merkittävimmät tuottavuusesteet?

1.2 Tutkimusprosessi ja -menetelmät

Edellä määriteltyjen tutkimuskysymysten pohjalta kuvassa 1.1 on esitetty tutkimuksen eteneminen tavoitteista tuloksiin sekä käytetyt tutkimusmenetelmät. Tutkittaessa ensimmäistä tutkimuskysymystä ja MES- valmistuksenohjausjärjestelmällä ja ERP-toiminnanohjausjärjestelmällä käsiteltävää tietoa, menetelminä käytettiin kirjallisuuskatsausta, data-analyysia ja haastattelua. Kirjallisuuskatsauksen avulla voitiin luoda yleiskuva järjestelmillä kerättävästä tiedosta ja tarkastella, minkälaisen tiedon käsittelyä varten järjestelmät on kehitetty. Data-analyysin avulla voitiin kohdentaa tarkastelu yrityksen tasolle ja seurata, minkälaista tietoa heidän toiminnastaan järjestelmiin kerätään. Viimeisenä

menetelmänä olivat haastattelut, joiden avulla pystyttiin rajaamaan haastattelun kohde-ryhmän näkökulmasta heille kaikista olennaisin tieto.



Kuva 1.1 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen eteneminen.

Toiseen tutkimuskysymykseen koskien järjestelmien tiedon laatua ja sen jakamista pyrittiin vastaamaan haastattelun, data-analyysin ja kyselyn avulla. Haastatteluilla selvitettiin kohderyhmän kokemuksia datan laadusta ja heidän löytämistään datavirheistä. Haastatteluissa kysyttiin myös mielipidettä tiedon käytöstä päätösten perustana sekä toimenpiteistä, joita laadun parantamiseksi tehdään. Data-analyysin avulla pyrittiin todistamaan haastateltavien löytämät virheet todellisiksi ja viimeisenä kyselymenetelmää hyödynnettiin tässä erityisesti visualisoinnin merkityksen selvittämiseksi. Haastattelujen ja kyselyn vastausten ja löydettyjen datavirheiden perusteella voitiin arvioida niiden vaikutusta tuottavuuteen ja jokapäiväiseen työhön.

Viimeiset kaksi tutkimuskysymystä ovat luonteeltaan hyvin mielipidekohtaisia. Näiden kysymysten taustalla on halu selvittää kommunikoinnin ja johtamisen ja ylipäättään henkilöstön toiminnan ja motivaation vaikutusta tuottavuuteen. Kysymyksen kolme tutkimusmenetelminä hyödynnettiin haastattelua ja kyselyä, joiden avulla voitiin havainnollistaa haastateltavien näkökulmia ja työn vaikutusta. Viimeisenä tuottavuusesteiden ja tuottavuuden avaintekijöiden määrittelyssä hyödynnettiin haastattelun lisäksi kirjallisuuskatsausta. Kirjallisuuskatsauksen avulla voitiin tarkastella yleisesti yrityksen tuottavuutta parantavia tekijöitä sekä tuottavuutta hidastavia tuottavuusesteitä. Haastatteluiden avulla avaintekijöitä ja esteitä voitiin jälleen kohdistaa enemmän kohdeyritykseen.

Seuraavaksi on tarkasteltu teoreettisemmin valittuja tutkimusmenetelmiä sekä niiden soveltamista ja etuja. Ensimmäisenä teoreettisen pohjan koko työlle muodostaa kirjallisuuskatsaus, jonka kanssa työssä käydään vuoropuhelua. Kirjallisuuskatsauksena toteutettu työn teoriaosa käsittelee työn aiheeseen ja tutkimusongelmiin liittyvää aikaisempaa tutkimusta ja tieteellistä kirjallisuutta. (Koppa 2019). Työssä saatuja tuloksia voidaan verrata aiempaan tutkimukseen ja näin arvioida tutkimuksen onnistuneisuutta sekä haakea työlle uutuusarvoa. Kirjallisuuskatsaus toteutettiin perehtymällä kirjallisuuteen tietojärjestelmistä, tiedonhallinnasta ja tuottavuudesta ja sen avulla haettiin myös osittain vastauksia työssä määritellyille tutkimuskysymyksille.

Suurin osa käytännön tutkimuksen aineistosta kerättiin haastattelujen ja siihen linkitetyn kyselyn avulla. Tutkimusmenetelmänä haastattelun voidaan katsoa olevan laadullista tutkimusta. Laadullisen eli kvalitatiivisen tutkimuksen tavoitteena on usein tutkimuksen kohteena olevien toimijoiden omien tulkintojen tunnustaminen ja esille nostaminen. Laadullisen tutkimuksen vastakohtana on kvantitatiivinen tutkimus, jonka aineisto perustuu numeeriseen tietoon ja tutkimus tilastollisiin menetelmiin. (Hakala 2010, s. 13, 18 & 20). Määrällisen tutkimuksen tavoitteita ovat muun muassa vertailu ja ilmiön selitys numeerisilla tuloksilla (Koppa 2015). Kyselyn tulosten analysointi voidaan lukea määrälliseksi analyysiksi. Tähän työhön sovelletaan näin laadullista ja määrällistä tutkimusstrategiaa.

Haastattelut voidaan jakaa kysymysten valmiuden ja sitovuuden mukaan strukturoituihin ja strukturoimattomiin haastatteluihin. Strukturoiduille haastatteluille tyypillistä ovat valmiit kysymykset ja vastausvaihtoehdot, kun taas strukturoimattomassa haastattelussa rakenne muotoutuu haastateltavan ehdoilla eikä se ole sidoksissa kysymys-vastausmuotoon. (Ruusuvuori & Tiittula 2005). Tämän työn haastattelut on toteutettu puolistrukturoituina haastatteluina. Puolistrukturoiduissa haastatteluissa kysymykset on asetettu valmiiksi, mutta vastaaminen on avointa. Kaikille haastateltaville on lähes samat kysymykset, jolloin vastausten vertailu on selkeää. Puolistrukturoitua haastattelua voidaan kutsua myös teemahaastatteluksi ja sen etuna ovat mahdolliset tarkentavat ja syventävät kysymykset haastateltavan vastauksiin perustuen (Tuomi ja Sarajärvi 2003, s. 77).

Ruusuvuoren & Tiittulan (2005) mukaan tutkimushaastattelun tehtävästä ja sen tuottamasta tiedosta on monia näkemyksiä. Haastattelun voidaan katsoa heijastavan ulkopuolista todellisuutta tai todellisuuden voidaan nähdä rakentuvan haastatteluvuorovaikutuksessa. Toisin sanoen haastatteluaineisto voidaan nähdä joko tutkimuksen resurssina tai tutkimuksen aiheena. Tässä työssä haastattelut nähdään sekä resurssina että tutkimuksen aiheena, sillä tavoitteena on kerätä tietoa ja sen pohjalta tehdä johtopäätöksiä mutta myös selvittää yleisesti kokemuksia, toimintatapoja ja mielipiteitä. Erityisesti tietojärjes-

telmien tietoa ja sen laatua koskevissa kahdessa ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä haastatteluilla pyritään heijastamaan todellisuutta, kun haastateltavat kertovat nykytilasta. Kahdessa viimeisessä tuottavuutta käsittelevässä tutkimuskysymyksessä haastatteluja käytetään tutkimuksen aiheena, kun vastausten pohjalta pyritään löytämään tuottavuutta edistäviä tekijöitä.

Haastatteluihin valittiin henkilöt, joilla on kokemusta tutkittavasta ilmiöstä tai tietoa aiheesta, sillä tärkeimpänä tavoitteena oli, kuten Tuomi & Sarajärvi (2003, s. 75–76) esittävät, kerätä mahdollisimman paljon tietoa. Tuomen & Sarajärven mukaan on myös kannattavaa antaa haastattelukysymykset ja aiheet tiedonantajille etukäteen, jotta he pystyvät tutustumaan kysymyksiin, teemoihin ja aiheeseen etukäteen, mikä on haastattelun onnistumisen kannalta tärkeää. Toisaalta on myös eettisesti perusteltua kertoa, mitä haastattelu koskee, sillä ihmiset eivät välttämättä lupautuisi tutkimukseen, jos he eivät tietäisi, mitä se koskee. Tämän pohjalta haastateltaville pidettiin tiedotustilaisuus ennen haastattelujen aloitusta, jonka tarkoituksena oli kertoa työn tarkoitus ja samalla tarkastella lyhyesti haastattelussa esitettäviä kysymyksiä.

Haastattelujen yhteydessä toteutettu kysely on määrällistä aineistoa ja se voi olla myös osa laadullista tutkimusta. Kyselyiden avulla haastateltavat arvioivat mielipidettään numeerisesti ja tuloksia voidaan esimerkiksi vertailla sekä tarkastella niiden hajontaa. Kyselyn analysointiin käytettiin yhden muuttujan analysointiin sopivia sijaintilukuja, jotka tarkoittavat havaintoarvojen sijaintia kuvaavia lukuja (Vilkka 2007, s. 119). Tässä työssä käytetyt sijaintiluvut ovat moodi ja aritmeettinen keskiarvo. Lisäksi tuloksia havainnollistettiin taulukoilla sekä kuvaajilla.

Kyselytutkimukset tehdään yleensä kyselylomakkeilla, joissa on vakioidut kysymykset ja vastausvaihtoehdot (Keckman-Koivuniemi 2010). Kaikilta vastaajilta kysytään siis samat asiat, samassa järjestyksessä ja samalla tavalla. Kyselyidenkin avulla voidaan havainnoida muun muassa henkilön mielipiteitä ja asenteita. (Vilkka 2007). Työn kyselytutkimus on toteutettu Internet-kyselynä Google Forms- lomakkeen avulla. Internet-kyselyn etuna on kopiointivirheiden välttäminen, koska vastaukset ovat suoraan kohdehenkilön vastauksia ja ne ovat valmiina käsiteltävässä muodossa. Lisäksi kysymykset on mahdollista tehdä pakollisiksi, jolloin vastaus kaikkiin kysymyksiin on taattu. (Valli 2010, s. 113). Kyselylomaketutkimuksen tutkimusasetelmana on poikittaistutkimus, jonka aineisto on kerätty suhteellisen lyhyellä aikavälillä usealta vastaajalta. Poikittaistutkimuksella on mahdollista kuvailla ilmiötä, mutta ei juurikaan selittää. (Vastamäki 2010, s. 128). Poikittaistutkimuksen vastakohtana yleisesti on pitkittäistutkimus tai seurantatutkimus, jossa aineistoa on kerätty samoilta henkilöiltä vähintään kahtena eri ajankohtana ja sen avulla voidaan tutkia syy-seuraus-suhteita sekä tehdä päättelyitä (Cohen et al. 2018, s. 347,

Vastamäki 2010, s. 128). Poikittaistutkimuksen valikoituminen tämän diplomityön tutkimusasetelmaksi johtui pääasiassa työn toteutuksen aikataulusta. Lyhyen ajanjakson aikana ei ehditä tehdä ensimmäisen kerätyn aineiston pohjalta määriteltyjä muutoksia, jotta kysely olisi järkevää toteuttaa uudelleen muutosten vaikutusten havaitsemiseksi.

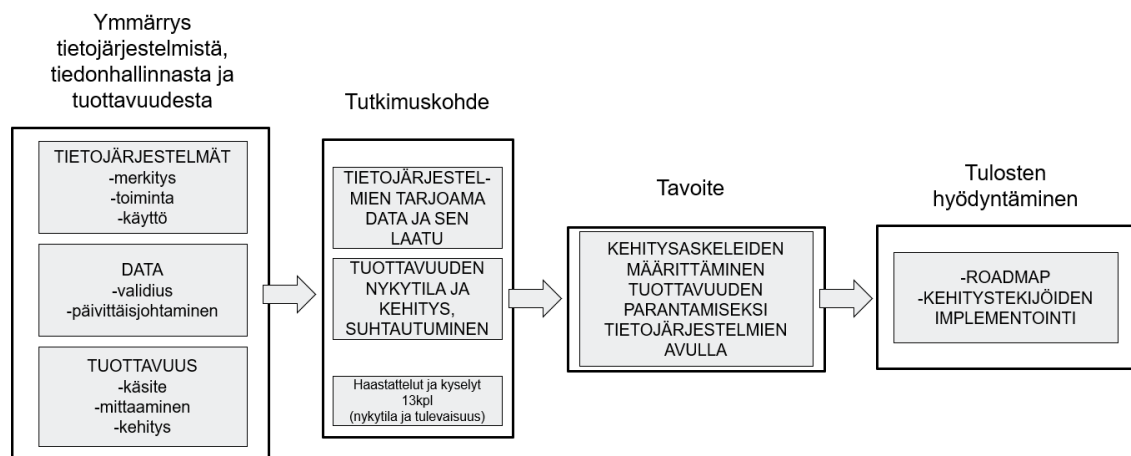
Vielä kyselyn muotoilua tarkasteltaessa, mitta-asteikko on sovellus Likertin-asteikosta, joka sopii asenteiden ja mielipiteiden mittaukseen (Valli 2010, s. 118). Lähtökohtaisesti tässä asteikossa on pariton määrä vastausvaihtoehtoja eli vastausasteikko voi olla esimerkiksi viisiportainen tai seitsenportainen, jotta vastaajalla on mahdollisuus olla ottamatta kantaa. Tutkimuksissa on kuitenkin mahdollista jättää tämä neutraaliluokka pois ja valita parillinen määrä vastausvaihtoehtoja, jolloin vastaajan tulee ottaa kantaa. Neutraalin vastausvaihtoehdon poisjättämistä voidaan perustella muun muassa sillä, että vastaajalla tulisi olla jokin mielipide esimerkiksi asemansa perusteella. (Cohen et al. 2018, s. 484). Mitta-asteikoksi tähän työhön valittiin luvut yhdestä neljään ja lukuarvojen selitykset esitettiin jokaisen kysymyksen kohdalla. Parillinen asteikko valittiin sillä perusteella, että kyselyn vastaajiksi valituilla henkilöillä on käsitys aiheesta työtehtäviensä puolesta ja heillä oli näin mahdollista olla mielipide jokaiseen kysymykseen. Parillinen asteikko myös vaati hieman enemmän pohtimista vastaajilta, kun helppoa neutraalia vastausvaihtoehtoa ei ollut valittavissa. Asteikolla haluttiin myös varmistaa, että melko pienen vastaajaryhmän vastaukset ottavat kantaa, jotta analysointi ja vertailu olisi mahdollisimman kattavaa.

Järjestelmissä olevan tiedon määrittämiseen sekä haastatteluissa ilmi tulleiden datavirheiden todentamiseen hyödynnettiin data-analyysia, joka on tämän työn viimeinen tutkimusmenetelmä. Järjestelmissä oleva tieto määriteltiin haastatteluvastausten ja järjestelmien tarkastelun pohjalta. Datavirheiden analyysi taas perustuu MES-järjestelmästä otettuihin otantoihin. Otantamenetelmässä kaikkien havaintoyksiköiden muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan tutkimuksen perusjoukoksi (Mattila 2003) ja tässä perusjoukko on tuotannossa käytettävä MES-järjestelmän tieto. MES-järjestelmästä otettiin toimiston eri henkilöille kohdistetuista raporteista ja kerätyistä kyselyistä otokset ja tutkittiin niistä löytyviä virheitä. Otokset valittiin satunnaisesti, jolloin ne kuvasivat perusjoukkoa hyvin ja Tilastokeskuksen (2007, s. 57) mukaan jokaisella alkiolla oli yhtä suuri todennäköisyys tulla valituksi otantaan. Virheraporteista otettiin kolme noin sadan raportin otantaa kahden päivän aikana. Mukana otannoissa olivat jo vanhat suljetut raportit. Otannoilla voitiin todentaa haastatteluissa kohderyhmän mainitsemia datan laatuun liittyviä ongelmia. Otantatutkimuksen valintaa voidaan perustella sillä, että kun kaikkia yksiköitä ei ole välttämätöntä tutkia, tulokset voidaan kerätä suhteellisen nopeasti ja sillä saadaan hyvinkin

yksityiskohtaista tietoa (Tilastokeskus 2007, s. 56). Datassa esiintyvät virheet ovat toistuvia, joten otannoilla oli mahdollista paikantaa virheitä nopeasti. ERP-järjestelmän osalta tehtiin viikon ajan seuranta, jonka aikana havaittuja virheitä kirjattiin ylös.

Haastatteluissa ja myöhemmin data-analyysissä ilmenneille datavirheille haettiin juurisyitä juurisyysanalyysin avulla. Juurisyysanalyysi toteutettiin kalanruotokaavioiden muodossa, ja niiden avulla selvitettiin ongelmien syitä ja vaikutuksia. Ongelmanratkaisun lisäksi kaavioilla voidaan myös ennustaa ja varautua mahdollisiin haasteisiin. Mallin avulla voidaan visualisoida ja luokitella ongelmaa sekä määritellä jatkotoimenpiteitä. (Ariene de Saeger 2015, s. 7-9).

Lopuksi työn tutkimusprosessia on kuvattu vielä alla olevan kuvan 1.2 kaavion avulla. Liikkeelle lähdettiin luvun kaksi teoriaosuudesta, jossa aiempien tutkimusten avulla pyrittiin hahmottamaan ja ymmärtämään työn aiheita. Teoriaosuus on jaettu kaavion ensimmäisessä laatikossa esitettyihin kolmeen osaan. Tämän jälkeen siirryttiin työn luvun kolme tutkimuskohteeseen ja käytännön tutkimuksen tekemiseen. Kaavion kahdessa viimeisessä laatikossa olevia tuloksia, kehitysehdotuksia ja niiden hyödyntämistä on käsitelty työn luvuissa neljä, viisi ja kuusi.



Kuva 1.2 Tutkimuksen kulku (mukaillen Käpylä 2008, s. 11).

1.3 Rajaukset

Tämä tutkimus on toteutettu kohdeyrityksen kahdella kokoonpano-osastolla. Toisella osastolla kokoonpannaan suurempi määrä pienempiä vakiokoneita ja toisella pienempi määrä suurempia ja enemmän räätälöityjä koneita. Nämä kaksi osastoa valittiin, koska niiden toiminta ja valmistettavat tuotteet ovat hyvin samankaltaisia sekä tutkimuksen kannalta oleelliset järjestelmät ovat käytössä kummallakin osastolla. Lisäksi osastoille

on asetettu yhteinen kokonaistuottavuustavoite. Tutkimuksen kannalta oli mielenkiintoista, löytyykö osastojen väliltä eroavaisuuksia esimerkiksi toiminnassa, kommunikaatiossa tai asennoitumisessa.

Yritysten tietojärjestelmärakenne voi koostua useista järjestelmistä ja sen tarkoitus on yhdistää eri sidosryhmiä. Tämän työn ollessa toteutettu kokoonpanotuotannossa, tutkitaviksi järjestelmiksi valittiin tuotannolle kaikista olennaisimmat ja eniten dataa tuottavimmat ohjelmat. Järjestelmät rajattiin ERP-toiminnanohjausjärjestelmään ja MES-valmistuksenohjausjärjestelmään. Nämä kaksi järjestelmää ohjaavat ja aikatauluttavat tuotannon toimintaa ja tutkimuksen tarkoituksena on perehtyä näistä saatavaan dataan ja sen hyödyntämiseen. Tietojärjestelmiä tarkastellaan päätöksentekoa tukevan tiedon ja sen tuottamisen näkökulmasta eikä operatiiviseen puoleen oteta juurikaan kantaa. Toiminnallisuus huomioidaan haastatteluissa sen verran, että halutaan selvittää kuinka hyvin ERP- ja MES-järjestelmien toiminnallisuudet soveltuvat tarvittavan datan tuottamiseen ja onko erityisesti MES-järjestelmän implementointi ollut onnistunut. ERP-ohjelman implementoinnista on kulunut jo pidemmän aikaa, joten sen arviointi ei ole enää ajankohtaista. Itse järjestelmät ovat siis kohdeyrityksen määrittelemien kriteereiden mukaisia ja työssä tutkitaan sitä, miten yrityksessä niitä käytetään.

Kuten tietojärjestelmien kohdalla, tuottavuuttakin tarkastellaan vain näiden kahden tehtaan kokoonpano-osaston tasolla. Lisäksi työn päätavoitteena on kehittää tuottavuutta, joten teorian kannalta tuottavuuden käsite ja tuottavuuden suhde esimerkiksi kannattavuuteen tai tehokkuuteen jäivät hieman taka-alalle. Kohdeyrityksessä tuottavuutta voitaisiin lähteä kehittämään monesta eri näkökulmasta. Tämän työn näkökulmaksi on valittu tuotannon tietojärjestelmistä saatavan datan vaikutus tuottavuuden kehitykseen, sillä järjestelmissä on havaittu haasteita. Pidemmällä aikavälillä, kun tuottavuuden kehitys on saatu vauhtiin ja tavoitteena on suuret tuottavuusluvut, tietojärjestelmillä mitattava data ja tämän datan hyödyntäminen ovat avainasemassa. Alustavat toimenpiteet tuottavuusluvun kasvattamiseksi on selvitetty ja tämä työ toimii jatkona näille toimenpiteille.

Pritchard (1995, s.2) toteaa, että tuottavuus tarkoittaa ihmisille eri asioita, mutta useimmat määritelmät kuuluvat johonkin seuraavista kolmesta kategoriasta.

- (1) Teknis-taloudellinen: tuottavuus on tehokkuuden mittari, tuotosten ja panosten suhde
- (2) Tuottavuuden ja vaikuttavuuden yhdistelmä: tuottavuuteen vaikuttaa tuotosten ja panosten suhteen lisäksi tuotosten ja tavoitteiden suhde
- (3) Tuottavuuden laaja käsite: tuottavuudella tarkoitetaan kaikkea, mikä saa yrityksen toimimaan paremmin

Kohdeyritys on teollisuusalan yritys, jossa tuottavuutta mitataan työntekijöiden suorituskyvyn perusteella vertaamalla standarditunteja toteutuneisiin työtunteihin. Selkeää tuotos-panos-suhdetta tämä mittaustapa ei osoita, mutta mittaustavalla on suora yhteys tuottavuuteen, sillä positiivinen kehitys suorituskyvyssä vaikuttaa positiivisesti myös tuottavuuteen. Tämän perusteella yrityksen mittaustapaa käsitellään tuottavuutena ja tuottavuuden määritelmän katsotaan kuuluvan teknis-taloudelliseen kategoriaan, jossa sillä mitataan erityisesti tehokkuutta. Kohdeyrityksen mittaustapaa käsitellään tarkemmin nykytila-analyysin yhteydessä.

Käytännön osuudessa haastatteluiden ja kyselyn kohderyhmä on rajattu kokoonpano-osastojen tuotannon toimihenkilöstöön. Kummankin osaston toimihenkilöstörakenne on hyvin samanlainen ja kummaltakin osastolta haastateltiin vastaavat henkilöt. Kohderyhmän valintaa voidaan perustella sillä, että työn tutkimuskohteiksi valitut järjestelmät ovat kaikille tuttuja ja kaikki käyttävät niitä työssään, kaikilla on suhde ja vaikutusmahdollisuus tuottavuuteen ja toimihenkilöillä on yhteys lattiataason toimintaan. Asentajat rajattiin haastatteluista pois sen vuoksi, että heillä ei ole työssään käytössä ERP-järjestelmää eikä heillä ole tällä hetkellä suoraa mahdollisuutta seurata tuottavuutta. Työn aikataulun ja laajuuden rajoissa toimihenkilöistä saadaan sopivan kokoinen joukko, joiden vastausten perusteella voidaan muodostaa tarpeeksi laaja käsitys tuotantojärjestelmien toimivuudesta ja tuottavuuden kehityksen mahdollisuuksista.

Tulosten kannalta tässä työssä keskitytään analysoimaan haastatteluiden ja kyselyn avulla kerättyä aineistoa sekä selvittämään näiden perusteella kehityskohteet ja etsimään niille ratkaisuja. Ratkaisujen näkökulma keskitetään pääosin tuotantoon ja siihen, miten kokoonpano-osastojen omaa toimintaa voitaisiin kehittää. Työn aikataulurajoitteen vuoksi kehitysratkaisujen pitkän tähtäimen implementointi ja seuraaminen jää työn ulkopuolelle. Työssä selvitetään lyhyellä aikavälillä saavutettavat muutokset sekä pidemmän aikavälin kehitysideat, joita voitaisiin hyödyntää myös tulevaisuuden uudessa tehtaassa.

2. TEORIA – TIETOJÄRJESTELMÄT, TIEDONHAL- LINTA JA TUOTTAVUUS

Tästä luvusta alkaa työn kirjallisuuskatsaukseen pohjautuva teoriaosuus. Se on jaettu kolmeen osaan, jotka ovat tietojärjestelmät, tiedonhallinta ja tuottavuus. Kootun teorian tehtävänä on lisätä ymmärrystä tutkimuksen taustalla. Luku aloitetaan tarkastelemalla tuotannossa usein hyödynnettäviä tuotannon- ja valmistuksenohjausjärjestelmiä. Järjestelmien osalta olennaista on niiden sisältämä tieto ja tuotantoa tukeva vaikutus. Lisäksi tiedon jakaminen on merkityksellistä tässä työssä, joten järjestelmien välinen tiedonkulku sekä järjestelmien mahdollistama visualisointi on nostettu myös esille omina lukuinaan.

Tutkimuskysymyksissä määriteltiin työn tavoitteeksi selvittää tietojärjestelmien ja niiden tiedon yhteyttä tuottavuuteen. Myös teoriassa käsitellään tämän vuoksi tiedonhallintaa ja tietojohdantamista käsitteinä sekä tuotannosta kerättävää tuotantotietoa. Lisäksi omana lukuna käsitellään erilaisia datavirheitä ja epäjohtamukaisuuksia, joita aiemmissa tutkimuksissa on havaittu. Yhteyttä tiedon ja tuottavuuden välillä rakennetaan teorian ja tutkimuksen avulla. Tuottavuus on viimeinen teorialuku ja sitä käsittelevässä luvussa tarkastellaan tuottavuutta käsitteenä, sen mittaamista eri tavoin sekä erilaisia tuottavuuden parannustekijöitä. Lisäksi verrataan tuottavuuden käsitettä kannattavuuteen ja tehokkuuteen ja pohditaan henkilöstölähtöisyyden merkitystä sen parantamisessa. Kirjallisuuskatsauksen avulla luodaan yleiskatsaus työn aihepiireihin ja nykytila-analyysillä tarkennetaan tarkastelua kohdeyrityksen tasolle.

2.1 Tuotannon tietojärjestelmät

Kilpailukyvyn parantamiseksi jatkuvan analyysin ja prosessien optimointi on välttämättömyyksiä sekä strategisella, taktisella että toiminnan tasolla. Tämä vaatii reaaliaikaista dataa sekä sen prosessointia, jotta luotettavaa tietoa voidaan jakaa kerätyn datan pohjalta. (Kucharska et al. 2015, s. 3). Tässä luvussa käsitellään tiedon käsittelyn kannalta olennaisia tietojärjestelmiä, joita valmistavan teollisuuden yrityksissä ovat usein erilaiset toiminnan- ja tuotannonohjausjärjestelmät sekä valmistuksenohjausjärjestelmät. Lisäksi luvussa perehdytään tiedon kulkuun kyseisten järjestelmien välillä.

Tietojärjestelmien merkitys yrityksille kasvaa jatkuvasti ja suurempien yritysten on mahdollista toimia ilman niiden apua. Tuotannon tietojärjestelmiä käytetään yleisesti tuotantotiedon kirjaamiseen, tiedon välittämiseen ja seurantaan (Vilpolo & Terho 2008, s. 9). Tietojärjestelmän, kuten toiminnanohjausjärjestelmän, implementoinnin lisäksi on tärkeää, että selvitetään, kuinka laajasti järjestelmää voidaan käyttää innovoinnin helpottamiseksi ja tiedon jakamiseksi toimitusketjussa. Täten voidaan parantaa tuottavuutta ja laatua sekä kilpailukykyä. Ilman ihmisten ja tietotekniikan ja -järjestelmien yhdistämistä on vaikea saavuttaa suurta parannusta yrityksen suorituskyvyssä. (Gunasekaran & Ngai 2007, s. 2391).

2.1.1 ERP-toiminnanohjausjärjestelmän periaate

Liiketoimintayrityksissä useiden toimintojen kuten oston, tuotannon, logistiikan, myynnin, henkilöstöhallinnon, talouden ja kirjanpidon tulee toimia yhdessä, jotta voidaan saavuttaa yrityksen tavoitteet. ERP (Enterprise Resource Planning) on tietokonejärjestelmä, jonka tavoitteena on yhdistää kaikki liiketoimintayrityksen osat ja tärkeimmät toimitusketjun osat samaan tietokantaan tiedon jakamiseksi. (Stevenson 2018, s. 521). ERP-järjestelmän avulla ylläpidetään perustietoja ja eri tapahtumiin liittyviä tapahtumatietoja. Keskeisenä ideana on tietojenkäsittelyn ja toiminnanohjauksen pitkälle viety integraatio, joka mahdollistaa käytännössä sen, että järjestelmän avulla voidaan hallita yrityksen resursseja ja tuotantolaitoksia sekä suunnitella liiketoiminnan ja tuotannon toteutusta. (Haverila et al. 2009, s. 430).

ERP-toiminnanohjausjärjestelmän avulla voidaan esimerkiksi hallita Master Dataa, toimitusketjua ja projekteja sekä aikatauluttaa ja ohjata tuotannon tuotteita. ERP vastaa siis kysymyksiin ”Milloin, kuinka paljon, minkälaisia?” (Leanware 2019). Se mahdollistaa tiedon keräyksen ja saannin reaaliaikaisesti kaikille käyttäjille yrityksessä sekä tarjoaa työkaluja yritystoimintojen suunnitteluun ja valvontaan. ERP-ohjelmisto koostuu integroiduista moduuleista, joita on kuvattu taulukossa 1. (Stevenson 2018, s. 521).

Taulukko 1. Katsaus ERP-järjestelmän moduuleihin (mukaillen Stevenson s. 522).

Moduuli	Lyhyt kuvaus
Kirjanpito/Talous	Useimpien ERP-järjestelmien keskeinen komponentti. Tarjoaa talousraportteja sisältäen tilinpidon, tilivelat, myyntisaamiset, palkkalistat, tuloslaskelmat ja taseet
Markkinointi	Tukee johtoaseman luontia, kohdemarkkinointia, suoramainontaa ja myyntiä
HR, henkilöstöhallinto	Ylläpitää tietokantaa henkilöstötiedoista, kuten palkkauspäivämäärästä, palkasta, yhteystiedoista, suorituskykyarvioinneista ja muista asiaankuuluvista tiedoista

Osto	Helpottaa myyjän valintaa, hintaneuvotteluja, ostopäätösten tekemistä ja laskujen maksua
Tuotannonsuunnittelu	Yhdistää tiedon ennusteista, tilauksista, tuotantokapasiteetista, saatavilla olevista varastomääristä, osaluetteloista, tekeillä olevista töistä, aikatauluista ja tuotannon läpimenoajoista
Varastot	Tunnistaa varastotarpeet, varastosaatavuudet, täydennyssäännöt ja varastonseurannan
Logistiikka	Sisältää tiedon kolmannen osapuolen toimittajista, lähetys- ja toimitusajoista ja toimituksen seurannasta
Myynti	Tietoa tilauksista, laskuista, tilauksen seurannasta ja toimituksesta
Toimitusketjun hallinta	Helpottaa toimittajien ja asiakkaiden hallintaa, toimitusketjun näkyvyyttä ja tapahtumien hallintaa

Tuotannonsuunnittelussa ERP-ohjelman avulla voidaan muun muassa taulukon mukaan käsitellä ja tarkastella tilauksia, tuotantokapasiteettia, osaluetteloita, aikatauluja, tekeillä olevia töitä sekä läpimenoaikoja. ERP mahdollistaa myös varastonseurannan ja sen avulla voidaan seurata varastotarpeita ja niiden täydennystä. Logistiikan ja toimituksen puolelta taas voidaan tarkastella esimerkiksi kuljetus- ja toimitusaikoja sekä helpottaa toimittajien ja asiakkaiden hallintaa.

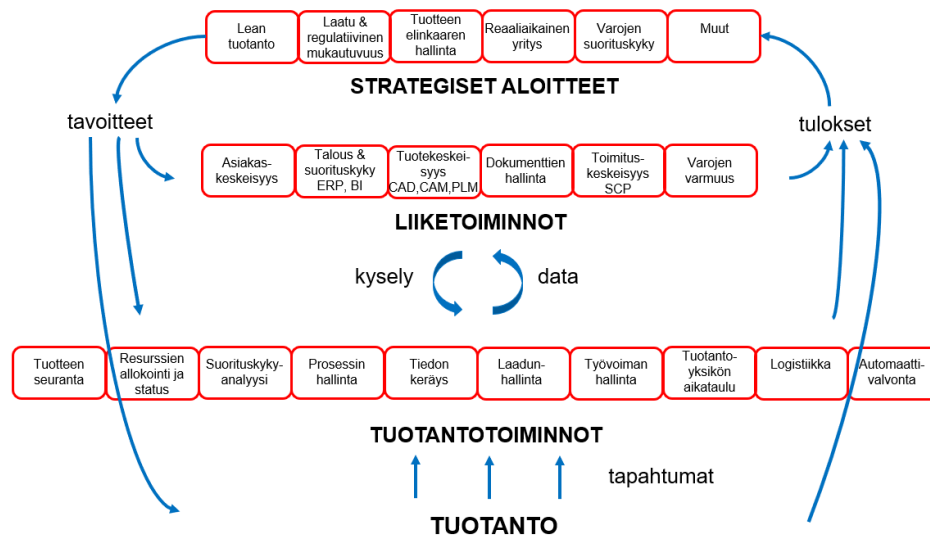
2.1.2 MES-valmistuksenohjausjärjestelmän periaate

MES-konsepti on lähtöisin 1980-luvun alun tiedonkeräysjärjestelmistä, joita liitettiin useisiin tuotannonsuunnitteluun, henkilöstöön ja laadunvarmistukseen liittyviin toimiin. Näistä järjestelmistä kehittyi uusien ominaisuuksien ja toiminta-alueiden myötä järjestelmiä, joiden toiminta vastaa nykypäivän MES-ohjelman toiminnan tavoitetta. (Kletti 2007, s. 13). Valmistuksenohjausjärjestelmä on tietokoneohjelmisto, joka on tarkoitettu tuotannon ohjaukseen ja monitorointiin (Järvenpää & Lanz 2014). MES valvoo työtä samalla kun se tapahtuu keräten dataa ja analysoiden materiaaleja, tuotteita, tarvikkeita, aikaa ja kustannuksia tuotantoalueella. Lisäksi se jakaa tiedon tehdastasolta muille toiminnoille (Souza das Neves et al. 2014, s. 4), mikä mahdollistaa nopean reagoinnin muuttuviin olosuhteisiin.

MES vastaa siis kysymyksiin ”Miten työ tehdään, miten se edistyy, miten työ onnistui ja kuka sen teki?” (Leanware 2019). MES-järjestelmän tärkeitä piirteitä ovat tuotannon dokumentointi, tuotannon raportointi, tuotteen seuranta sekä yksityiskohdat aikataulu- ja suunnitteluprosessista. MES toimii linkkinä tuotantoalueen ja ERP-ohjelman välillä, sillä ERP-järjestelmän puutteena on sen kyvyttömyys kommunikoida muiden alueiden, kuten tuotannonohjauksen, oston ja henkilöstöhallinnon automatisoitujen prosessien kanssa.

MES yhdistää tuotannonsuunnittelun tuotannon vaiheiden implementointiin, tuotantoprosessien optimointiin, tuotantojärjestelmien ohjaukseen ja tiedon integroimiseen luoden reaaliaikaisen kuvan tuotantoalueesta. Lisäksi mahdollistaessaan olennaiseen, ajankoh-
taiseen ja luotettavaan tietoon perustuvan päätöksenteon, se tehostaa myös johtamista. (Souza das Neves et al. 2014, s. 2 & 4).

MES tuottaa dataa, joka on esimiesten, tuotantotyöntekijöiden, johdon ja muiden sidosryhmien käytössä yrityksessä ja sen toimitusketjussa. Se myös antaa senhetkisen näkökulman siihen, mikä on mahdollista tuotannossa ja avaintietoa oikeasta kapasiteetista toimitusketjulle ja myynnille. MES-järjestelmän avulla on helpompi käsitellä tuotevariaatioiden lisääntyvää määrää sekä tuote-, prosessi-, teknologia- ja asiakasvaatimusmuutosten nopeaa tahtia. Kun toimintojen muutos on nopeaa, järjestelmän reaaliaikainen tieto on avainasemassa tarjoten vastauksia sekunneissa tai minuuteissa. (MESA International 1997).



Kuva 2.1 MESA-järjestön määrittämä tuotantoyrityksen toimintamalli (mukaillen MESA International 2019).

MESA-järjestön määrittämässä tuotantoyrityksen toimintamallissa (kuva 2.1) on kuvattu yhteydet strategioiden, liiketoimintatason toimintojen ja tehdastoimintojen välillä (MESA International 2019). Kuvan avulla voidaan hahmottaa MES-järjestelmän tehtävää yrityksessä. Tuotantotoimintoihin kuuluu MES-järjestelmän ominaisuudet ja liiketoimintoihin muut järjestelmät, joihin MES-ohjelmalla on suora yhteys. Mallista näkee tehdastoiminnoista peräisin olevan tietovirran kulun muille yrityksen toiminnoille ja vastavuoroisesti yrityksen strategisten näkökulmien vaikutuksen toimintojen läpi tuotantotasolle.

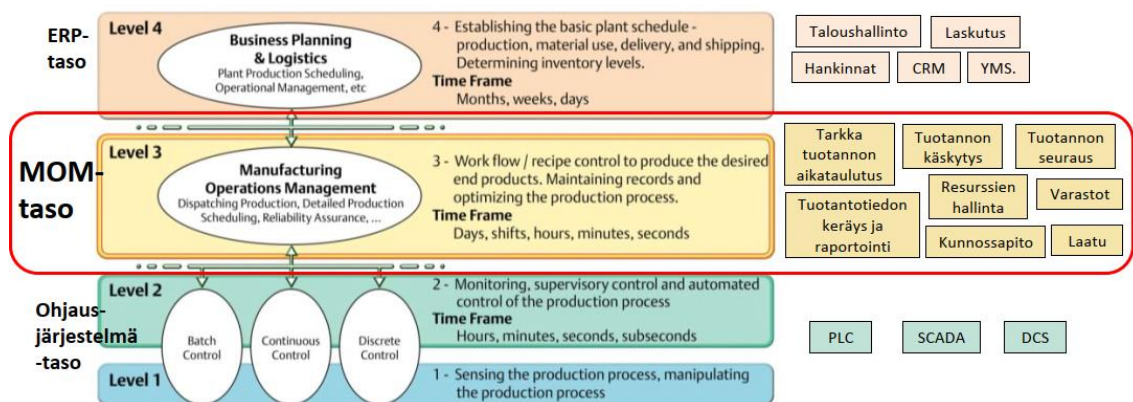
Kuvassa 2.1 näkyvät MES-järjestelmän toiminnot ovat tuotteen seurattavuus, resurssien allokointi, suorituskkyanalyysi, prosessin hallinta, datan keruu, laadunhallinta, työvoiman hallinta, materiaalihallinta, logistiikka ja tuotannon automaattinen valvonta (PLC,

DCS). MESA International (1997) määrittelee toiminnot seuraavasti: tuotannon seurattavuudella tarkoitetaan tuotteen tai yksikön valmistumisen valvontaa ja valmistushistorian luomista. Resurssien allokointi on henkilöstön, koneiden, työkalujen ja materiaalien ohjaamista ja seuranta. Suorituskykyanalyysillä taas verrataan mitattuja tuloksia eri tahojen asettamiin tavoitteisiin ja prosessin hallinta on työnohjausta suunniteltujen tai toteutuneiden toimien pohjalta. Laadunhallinta seuraa, tallettaa ja analysoi tuotetta ja prosessia poikkeavuuksien osalta ja työvoiman hallinta seuraa ja ohjaa henkilöstöä. Viimeimpänä materiaalihallinta kuljettaa osia tehtaan sisäisesti ja logistiikka huomioi kuljetukset tehtaan ulkopuolelle.

MES-valmistuksenohjausjärjestelmän yhteydessä mainitaan usein APS (Advanced Planning and Scheduling), joka tarkoittaa suunnittelujärjestelmää, jota hyödynnetään tuotannon suunnitteluun ja hienokuormitukseen ennen varsinaista operatiivista toimintaa. MES ja APS ovat kaksi eri asiaa ja niiden tulisi olla eroteltu, mutta joissakin lähteissä MES- valmistuksenohjausjärjestelmän katsotaan sisältävän myös tämä suunnittelun ja aikataulutuksen näkökulma (APS). (Järvenpää & Lanz 2014). Kyseisen APS-järjestelmän sijainnista tietojärjestelmärakenteessa kerrotaan lisää luvussa 2.1.3, joka käsittelee järjestelmien välistä tiedonsiirtoa.

ISA-95

ISA-95 standardi on ISA-komitean (International Society of Automation) määrittämä standardi. Se on otsikoitu yrityksen ohjausjärjestelmän integraatioksi ja standardi käsittelee, miten yritys- tai liiketoimintajärjestelmät tulisi integroida tuotannon ja ohjausjärjestelmien kanssa. Standardi määrittää myös yhteisen terminologian alalle, jotta eri asiantuntijat voivat keskustella samoilla termeillä. (Johnsson 2004). ISA-95 perustuu neljään hierarkkiseen tasoon, jotka on esitetty kuvassa 2.2.



Kuva 2.2 ISA-95 standardin mukaiset suunnittelun ja ohjauksen tasot ja niihin liittyvät toiminnot (Järvenpää & Lanz 2014, ANSI/ISA-95.00.03-2005 mukaan).

Taso 4 vastaa yritystason suunnittelua ja logistiikkaa, johon kuuluu esimerkiksi taloushallinto ja taso 3 tuotannon toimintojen ja ohjauksen tasoa, johon kuuluvat esimerkiksi tuotannon seuraukset ja tuotantotietojen keräys. Termiin MOM (Manufacturing Operations Management) sisältyy ISA-95 standardin mukaan tuotantoympäristön toimet, jotka koordinoivat laitteita, henkilöstöä, materiaalia ja energiaa, kun raaka-aineista valmistetaan osia ja tuotteita. Näihin toimiin kuuluu siis tuotannonsuunnittelu, aikataulutus, tiedonkeräys ja raportointi. Tasot 2,1 ja mahdollinen 0-taso kuvaavat prosessien ohjausjärjestelmätasoa. (Järvenpää & Lanz 2014).

2.1.3 Tietojärjestelmien välinen tiedonkulku

Ajatus integroiduista tuotantojärjestelmistä (engl. Computer-Integrated Manufacturing, CIM) syntyi 1980-luvun puolivälissä. Vasta kovan kilpailun aiheuttaman globalisaation myötä tunnistettiin nopeasti tarve näille järjestelmille, joiden implementaatio oli aiemmin kaatunut puutteelliseen standardointiin, puuttuviin teknologioihin ja haluttomuuteen investoida. (Meyer et al. 2009, s. 6). Tarkasteltaessa tuotannon tasolla työn kannalta kiinnostavia järjestelmiä, valmistavan teollisuuden yrityksen toiminnanohjaus- ja valmistuksenohjausjärjestelmät yhdistetään usein pareiksi. ERP yhdistetään MES-järjestelmän kanssa ja mahdollisesti APS-järjestelmien kanssa. Tiedon näkee harvoin kulkevan MES-järjestelmästä APS-järjestelmään, kun taas tavallisempaa on, että tieto kulkee esimerkiksi APS-järjestelmästä MES-järjestelmään ERP-ohjelman kautta. (Kucharska 2015, s. 5). Järjestelmien avulla tietoa on mahdollista siirtää automaattisesti paikasta toiseen. Seuraavissa kappaleissa ja kuvissa painotetaan tutkimuskohteiksi valittuja MES- ja ERP-järjestelmiä. Tutkimuksen tekemisen aikana yritykseen oltiin tuomassa myös APS-järjestelmää.

MES tuottaa dataa ERP-ohjelmalle tuotannon suorituskyvystä, kuten kustannuksista ja läpimenoajoista ja -määristä. Muuta MES-ohjelmasta jaettavaa tietoa on muun muassa tilauksen statustiedot ja tuotantokapasiteetti toimitusketjun hallintaan, tuotantomäärä ja laatu tiedot tuotekehitykseen ja tiedot materiaalivirrasta. Vastavuoroisesti toiminnanohjausjärjestelmän suunnitelmat ohjaavat valmistuksenohjausjärjestelmän työjärjestystä ja toimitusketjun hallinnan aikataulut ohjaavat tehtaan toimintojen aikataulua. Lisäksi Master Bill of Materials (BOM) välittyy ERP-järjestelmästä MES-järjestelmään. (MESA International 1997, s. 5). Kuvassa 2.3 on kuvattu tietovirtoja MES-, APS- ja ERP-järjestelmien välillä.

2.1.4 Visualisointi osana tietojärjestelmiä ja tiedon havainnollistamista

Usein asioiden esittäminen visuaalisesti esimerkiksi kuvaajina ja mittareina helpottaa niiden hahmottamista. Suurikin määrä monimutkaista dataa voidaan visualisoimalla tehdä kaikille helpommin ymmärrettäväksi. Senkuviené et al. (2014, s. 99 & 101) mukaan oikeanlaisella visualisoinnilla mahdollistetaan päätöksenteon yksinkertaistaminen ja nopeuttaminen. Esimerkiksi ERP-järjestelmän visualisoinnilla voidaan tehostaa henkilöstön suorituskkyä ja tätä kautta koko tuotantoprosessin suorituskkyä. Meyer et al. (2009, s. 145) mukaan visualisointi suurilla näytöillä lasketaan kuuluvaksi MES-järjestelmän tehtäviin ja se on osa käyttäjärajapintaa. Tuotantotasolle tietoa voidaan jakaa info-tiluilla, joissa esitetään kerättyä ja prosessoitua tietoa. Jos reaaliaikaista tietoa ei ole, voi esiintyä odottamattomia odotusaikoja, pitkiä päätöksentekoprosesseja, epäjousta- vuutta ja kalliita kommunikointiprosesseja. (Gröger et al. 2013, s. 205).

Visualisoinnilla voidaan osana suorituskkyä mittaavia järjestelmiä muodostaa kommun- ikoinnin ja tiedon keskus, joka helpottaa työntekijöitä hahmottamaan strategiaa, suori- tuskkyä ja parannusaloitteiden tuloksia. Sen avulla voidaan esittää tietoa yksinkertai- sessa muodossa silloin kun sitä tarvitaan, mikä lisää läpinäkyvyyttä, kun kaikilla on sama tieto käytössä. (Tezel et al. 2015). Prosessin läpinäkyvyydellä tarkoitetaan tuotantopro- sessin kykyä kommunikoida ihmisten kanssa ja se saavutetaan visualisoimalla ja käsit- teellistämällä pääprosessivirrat. Parhaimmillaan läpinäkyvyys auttaa havaitsemaan useimpia virheitä, poikkeavuuksia ja hukkia ja tarvittavat toimet voidaan tehdä. (Formoso et al. 2001, s. 38). Eaidgah et al. (2016, s. 194–196) listaavat visualisoinnin eduiksi kym- menen tekijää, jotka on esitetty alla olevassa taulukossa 2. Nämä kymmenen hyötyä on listattu lean-filosofian näkökulmasta, mutta visualisoinnilla ja näillä tekijöillä on yleisesti myös yhteys suorituskvyn parantumiseen ja tätä kautta tuottavuuden parantamiseen.

Taulukko 2. Visualisoinnin kymmenen hyötyä (Eaidgah et al. 2016, s. 194–196).

Hyöty	Selite
Tietovirran yksinkertaistami- nen	Tarvittava tieto ja sen konteksti on mahdollista saada yh- dellä katseella visualisointinäyttöön.
Tiedon tarjoaminen käyttö- hetkellä	Visualisointi välttää hukkaa tarjoamalla tiedon heti tarvitta- vassa paikassa vähentäen käsittelyä useaan kertaan.
Työntekijöiden valtuutus	Edesauttaa työntekijöiden osallistumista ja valtuuttamista, prosessinomistajille vastuu päätöksenteosta ja jatkuvan pa- rantamisen aloitteista.
Jatkuvan palautteen ja kom- munikoinnin mahdollisuus	Visualisointi mahdollistaa jatkuvan palautteen suorituksesta suoritushetkellä eikä jälkikäteen.
Läpinäkyvyyden lisäys	Jatkuva palaute sekä johdolle että työntekijöille, kasvattaa prosessin kommunikaatiota.

Kurin parannus	Visualisoinnilla välitetään syvempi viesti, että jokaisen suoritusta seurataan, joka luo positiivisen jännitteen, joka taas motivoi tekemään oikein ja parantamaan suoritusta.
Vastuun jakaminen	Motivoi tukemaan ja auttamaan muita heikoissa pisteissä, kaikkien sitoutuminen ryhmässä.
Faktoihin pohjautuvaan johtamiseen kannustaminen	Visualisointi mahdollistaa johtamisen tiedon ja tilastojen avulla välttämällä arvailua ja intuitiota.
Moraalin kasvaminen	Kasvattaa avoimuutta ja halukkuutta jakaa ideoita ja tietoa, saatavan tiedon avulla poistetaan huhuja ja väärinymmärryksiä.
Jatkuvan parantamisen tukeminen	Visualisointi luo pohjan jatkuvalla parantamisen prosesseille tarvittavan tiedon muodossa ja yhdistämällä työntekijöitä.

Visuaalinen johtaminen on yksi Lean-filosofian peruspilareista (Tezel et al. 2015) ja Lean-tuotannon yleistyessä tarve visualisointi- ja motivointijärjestelmille kasvaa jatkuvasti. Visualisoinnin avulla on mahdollista selkeyttää toimintaa, jolloin välttyään virheiltä ja turhalta työltä sekä ennakoida tapahtumia ja parantaa prosessien virtausta, mitkä kuuluvat Lean-filosofian tavoitteisiin. Kaikilla taulukon 2 visualisoinnin hyödyillä on suora yhteys Lean-filosofiaan. Eaidgah et al. (2016, s. 194–196) mukaan listan hyödyistä toisella, tiedon tarjoamisella käyttöhetkellä, on suora vaikutus Lean-filosofian tunnistamiin hukkiin, sillä materiaalin tai tiedon tarpeeton käsittely on yksi hukka. Lisäksi työntekijöiden mukaan saaminen ja valtuuttaminen ovat Leanin implementoinnin kannalta merkittäviä tekijöitä. Listan viimeinen jatkuvan parantamisen tavoite on yksi Lean-ajattelun selkeimmistä päämääristä. Jatkuvalla parantamisella tarkoitetaan tiedon keräämistä prosessista, jotta prosessin suorituskykyä voidaan parantaa, vaihtuvuutta voidaan vähentää ja prosessia voidaan kehittää jatkuvasti (Misterek et al. 1992).

Visualisoinnilla voi olla myös motivoiva vaikutus, kun työntekijät pääsevät seuraamaan nykytilannetta ja toimimaan yhdessä tavoitteen saavuttamiseksi. Näin myös henkilöstön dynamiikka voi muuttua, millä on positiivinen vaikutus kaikkiin osallistuviin tahoihin. Lisäksi visualisointi toimii myös eräänlaisena muistutuksena toimille, joita tavoitteen saavuttaminen vaatii. (Meyer et al. 2009, s. 17). Visualisointi mahdollistaa myös Gröger et al. määrittelemien tietotarpeiden jakamisen ja tarjoamisen kaikille tuotantotason osallisille. Tuotantotason tietotarpeita ovat prosessin konteksti, suorituskyky, tieto ja kommunikointi. Prosessin kontekstilla tarkoitetaan työntekijän suhdetta työllä olevaan prosessiin eli tietoa tavoitteista ja henkilön omasta roolista ja tehtävistä. Prosessin suorituskyky viittaa mittauksiin prosessin tehokkuudesta käytännössä, jonka perusteella työntekijät voivat itseohjautua ja tehdä päätöksiä toimistaan tietäessään määrälliset tavoitteet. Prosessitiedolla taas tarkoitetaan tietoa työn toteutusta ja jatkuvaa kehitystä varten, jo-

hon pohjautuu myös organisatorinen oppiminen. Viimeisenä tietotarpeena on kommunikointi, jolla viitataan tiedonvaihtoon sekä tuotantotason toimijoiden että yrityksen hierarkiatasojen välillä. (Gröger et al. 2013, s. 206–207).

Reaaliaikaisen tuotantoprosessin valvontametodin tulisi olla suunniteltu siten, että se auttaa työtä johtavaa henkilöstöä tunnistamaan mahdollisesti kriittisiä ongelmia. Mittauksen visualisoinnilla toiminnasta saadaan läpinäkyvämpää ja työnjohdon on helpompi havaita ja ehkäistä ongelmia, parantaa resurssien laatua ja muokata strategiaa seuratesaan tuloksia. (Senkuviené et al. 2014, s. 106).

2.2 Tiedonhallinta ja datan validius

Tietoa voidaan sanoa yrityksen älylliseksi pääomaksi, mikä kuvastaa sen tärkeyttä. Yritykset keräävät tietoa vuosien varrella eri tapahtumista ja kokemuksista kuten valmistuksesta, tekniikasta ja myynnistä. Kun tämä tieto yhdistetään ulkopuolisten tietolähteiden tietoon, muodostuu yksi liikeyrityksen tärkeimmistä resursseista. (Civi 2000, s. 166). Yrityksen sisäinen tieto liittyy ihmisiin ja heidän käyttäytymiseensä ja tapoihinsa sekä laitteisiin ja järjestelmiin. Sisäinen tieto on merkityksellistä, sillä se on uniikkia ja spesifiä, sanaton ja strategisesti arvokasta, samalla sen ollessa vaikeasti kopioitavaa. Ulkopuolisilla tietolähteillä taas tarkoitetaan muun muassa julkaisuja, yliopistoja, konsultteja, valtion virastoja, ammatillisia yhdistyksiä ja organisaatioiden välisiä liittoutumia. (Zack 1999, s. 138). Tiedon avulla yrityksessä voidaan löytää uusia tai parempia tapoja tehdä ja työskennellä yhdessä, täyttää tietoaaukkoja, parantaa tuottavuutta, vastata asiakkaan toivomuksiin, jakaa visioita ja lopulta kilpailla. (Civi 2000, s. 168).

Tieto voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin, eksplisiittiseen tietoon ja tacit- eli hiljaiseen tietoon. Eksplisiittinen tieto voidaan ilmaista sanoin ja numeroin ja jakaa eteenpäin tietona, määrittelyinä, tieteellisinä kaavoina ja ohjekirjoina. (Civi 2000, s. 167). Sitä voidaan dokumentoida ja kuvata demonstraatioilla ja selityksillä ja sen merkityksellisyys työn luonteen muuttuessa yhä tietokeskeisemmäksi kasvaa. Nykypäivänä usean työntekijän toimenkuvaan liittyy eksplisiittisen tiedon luominen ja levitys. (Debowski 2006, s. 18). Suuri osa tiedosta on kuitenkin hiljaista tietoa, joka on dokumentoimatonta ja koulutuksen ja kokemuksen kautta muodostunutta. Organisaatiossa hiljaista tietoa voidaan hyödyntää keskustelemalla ja tekemällä töitä yhdessä, jolloin tietoa voidaan arvioida ja jalostaa eli tuottaa sille lisäarvoa. Tärkeää hiljaisen tiedon jakamisessa on vuorovaikutus, sillä tieto

on hyvin henkilökohtaista ja -riippuvaista. (Mether 1999). Eksplisiittinen tieto ja työntekijöiden, asiakkaiden ja muiden sidosryhmien omaama tacit-tieto muodostavat yhdessä organisatorisen tiedon (Debowski 2006, s. 18).

Usein tiedonhallinnassa uskotaan ja luotetaan pääasiassa IT-järjestelmiin, jotka keräävät kaiken organisaation tiedon tietokantoihin ja tekevät tiedosta helposti saatavaa (Civi 2000, s. 167, Coakes 2006, s. 583). Toisen ääripään näkökulmien mukaan taas ajatellaan, että tiedonhallinta on 70 prosenttia ihmisten johtamista, 20 prosenttia prosessienhallintaa ja 10 prosenttia teknologian hallintaa, jolloin tietoa ei voida vain varastoida, omistaa ja siirtää. Joka tapauksessa onnistunut tiedonhallinta vaatii tämän sosiaalisteknisen näkökulman huomioinnin, jotta myös sen tuomat huomiot pidetään mielessä tiedon luomisessa, varastoinnissa ja jakamisessa teknisten näkökulmien ohella. (Coakes 2006, s. 583).

Tässä luvussa tutustutaan tiedonhallinnan ja tietojohdamisen käsitteisiin ja niiden määrittelyiden moninaisuuteen. Lisäksi perehdytään siihen, mitä tiedon kerääminen tarkoittaa ja mitä tuotantotietoja tietojärjestelmien avulla tuotannosta halutaan kerätä. Luvussa 2.2.3 tarkastellaan datan laatua ja erilaisia virheitä, joita data voi sisältää sekä sitä, miten niitä voidaan käsitellä ja poistaa. Kun tietoa kerätään eri järjestelmistä sekä erilaisin mittauksin, tiedon käyttötarkoitus tulee huomioida ja kaikista oleellisista tiedoista pitää suodattaa suuren tietomäärän joukosta. Tiedonhallinnalla ja datan laadulla on merkitystä tietojärjestelmien optimoinnissa sekä tuottavuuden kehityksessä, sillä tieto ohjaa suuresti toimintaa.

2.2.2 Tiedonhallinta ja tietojohdaminen

Tiedonhallinnan ja tietojohdamisen yhteydessä käytetään englannin kielessä kahta termiä; Knowledge Management (KM) ja Information Management (IM). Näiden termien eroa ei ole tiedon johtamisen kirjallisuudessa määritelty kovin kattavasti. (Bouthillier & Shearer 2002). Suomeksi termien voidaan tulkita tarkoittavan tietojohdamista ja tiedonhallintaa. Ropponen (2019) tuo eroa termien välille määrittelemällä tiedonhallinnan osaksi tietojohdamista. Hänen mukaansa tiedonhallinta käsittää vain eksplisiittisen tiedon käsittelyn ja tietojohdaminen taas tarkoittaa tiedon kokonaisvaltaista johtamista, jossa huomioidaan myös osaamisen hallinta ja tiedon hyödyntäminen. Laihon & Lönnqvist (2013) määrittelevät tiedon johtamisen tietoresurssien tunnistamisena, johtamisena ja tehokkaana hyödyntämisenä perustuen yrityksen arvонуontiin. Heidän mukaansa tiedolla johtamisella tarkoitetaan olemassa olevan tiedon hyödyntämistä eli toimintatapoja, joilla kerättyä tietoa jalostetaan ja hyödynnetään päätöksenteon tukena ja organisaation

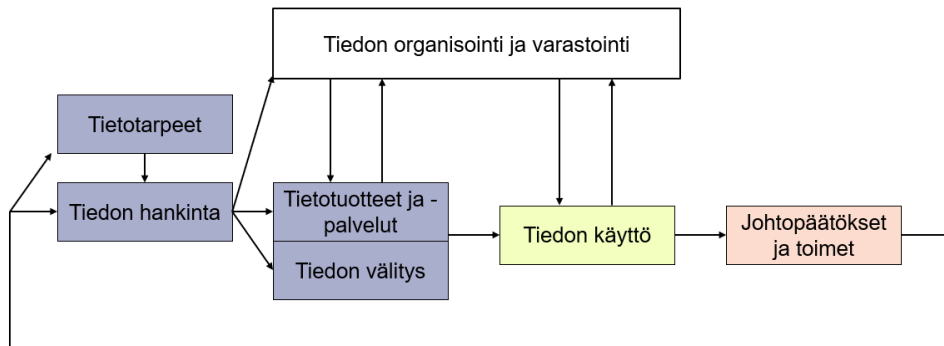
toiminnan kehittämisessä. Civi (2000, s. 169) taas määrittelee tietojohdamisen tiedon hankintana, jakamisena ja käyttönä yrityksen sisällä sekä oppimisprosesseina ja tietojärjestelmien hallintana. Gunasekaran ja Ngai (2007, s. 2392) vielä lisäävät sen sisältävän saatavilla olevan ja tarvittavan tiedon tunnistamisen ja analysoinnin sekä tietovarojen kehittämisen suunnittelun ja toimien valvonnan. Tietovarvoja ovat yrityksen omistama tai tarvitsema tieto koskien markkinoita, tuotteita, teknologioita ja itse yritystä, jota yritys tarvitsee tehdäkseen voittoa. Tutkittaessa kirjallisuuslähteitä tätä työtä varten Knowledge Management oli paljon käytetympi termi puhuttaessa tiedonhallinnasta ja -johtamisesta kuin Information Management. Lisäksi sekä termi tiedonhallinta että tietojohdaminen voidaan määritellä ja käsittää usealla eri tavalla sekä niistä voidaan puhua ristiin. Turvalisinta lienee käsitellä tiedonhallintaa ja tietojohdamista yhdessä kokonaisuutena.

Gunasekaran & Ngai (2007, s. 2392) mukaan on olemassa neljänlaista tiedonhallintaa:

- (1) Tietovarastojen luominen tiedon tallentamiseksi
- (2) Tiedonkulun ja saannin parantaminen
- (3) Tietoympäristön parantaminen tiedon luomisen, siirron ja käytön tehostamiseksi
- (4) Tiedon näkeminen etuna ja edun hyödyntämisen lisääminen ja tehostaminen ajan myötä.

Gunasekaran & Ngain neljä tiedonhallintaa voidaan löytää myös Choon (1995) tiedonhallinnan syklistä, joka on kuvattu alla kuvassa 2.5. Syklissä nämä toimet on kuvattu jatkuvina ja tiettyssä järjestyksessä. Myös Gunasekaran & Ngain neljä tapaa hallita tietoa voitaisiin nähdä ikään kuin vaiheina. Choon mukaan sykli voidaan aloittaa tietotarpeiden määrittelystä, joiden tulisi vastata täysin käyttäjän todellisia tarpeita. Tietotarpeen määrittelyyn kuuluu tarvittava tieto, sen tarpeellisuuden syy ja käyttäminen sekä tiedon arvo ja soveltuvuus. Tietotarpeiden määrittelyn jälkeen, pitää tieto hankkia monipuolisesti eri lähteistä. Nykypäivänä tietoa tarvitaan laaja-alaisesti ja suuri osa siitä on ihmisten muistissa, joten tiedonhankinnassa kannattaa hyödyntää mahdollisimman suurta ihmisjoukkoa. (Choo 1995). Näätsaaren mukaan tiedonhankinnasta voidaan käyttää myös termiä tiedonkeruu, joka käsittää siis ne toimenpiteet, joilla tuotannon tarvitsemat tiedot kerätään ja muutetaan haluttuun muotoon mieluiten syntyajankohtana ja -paikalla. Sen tarkoituksena on palvella ylempiä tietojärjestelmiä tuottamalla ja siirtämällä ajan tasalla olevaa, tarkastettua tietoa. Oikean ja reaaliaikaisen tiedon avulla ongelmatilanteisiin voidaan puuttua nopeasti ja tehdä oikeat toimenpiteet ja päätökset, jotka ovat kilpailukyvyyn parantumisen perusta. Tiedonkeruun kehittäminen on tärkeää, sillä sen avulla voidaan muun muassa parantaa päätöksentekoa, laadunvalvontaa, tilaustenkäsittelyä ja tuotan-

totietokannan ajantasaisuutta sekä vähentää tiedon syöttövirheitä ja materiaalien odotusaikoja. Tämän jälkeen hankittua tietoa arvioidaan ja se tallennetaan tietoteknisiin tietokantoihin, joista se ei häviä ja joissa se on aina saatavilla. (Näätäsaari 1990, s. 6–7).



Kuva 2.5 Tiedonhallinnan sykli (mukaillen Choo 1995).

Syklin tietotuotteiden ja -palveluiden tarkoituksena on tarjota ja esittää tieto siten, että sen sisältö, muoto ja sopivuus vastaa tarvetta ja näin tiedolla on arvoa loppukäyttäjille. Tiedon vanhetessa nopeasti, se vaatii jatkuvaa päivitystä ja seuranta. Hankittua tietoa tulisi myös välittää muille, jotta voidaan kehittää tiedonjakamisen kulttuuria. Tiedon jakaminen parantaa ja säännöllistää oppimista, helpottaa tarvittavan tiedon löytymistä sekä tuo uusia näkökulmia ja tulkintoja eri ihmisten käsitellessä ja vertaillen sitä. Viimeisenä tiedon käytön vaiheessa tulisi erityisesti kiinnittää huomiota yrityksen tietorakenteiden ja -prosessien sekä niiden tukemien päätöksentekoprosessien läpinäkyvyyteen ja joustavuuteen. (Choo 1995). Tiedon käytön pohjalta tehdyt päätökset ja niiden toteutus käynnistävät syklin uudelleen alusta, kun esimerkiksi tietoa hyödynnetessä havaitaan uusi tietotarve.

Tiedonhallinta ja -johtaminen ovat kasvattaneet merkitystään muuttuvien organisaatiokenteiden, liiketoimintojen, uusien työominaisuuksien ja globalisaation vuoksi. Yritysten sisäisten ja ulkoisten ympäristöjen muuttuessa dynaamisimmiksi, arvaamattomimmiksi ja monimutkaisemmiksi, niiden on täytynyt reagoida muutokseen. Toiseksi esimerkiksi lyhytaikaisen työvoiman määrän lisääntyessä heidän tietotaitonsa pitäisi pystyä hyödyntämään. (Debowski 2006, s. 17). Tiedonhallinnan yhteydessä havaittavia haasteita ovatkin usein sen hyödyn ja tarkoituksen selventäminen, tiedon keräys ja käsittely, tacit-tiedon käsittely ja jatkuva kehittäminen sekä sen laajojen käyttömahdollisuuksien hyödyntäminen. Tiedonhallinta vaatii myös paljon yhteistyötä, minkä suurimpana etuna on innovointi ja lisäksi tehokkuus ja tuottavuus. Ihmisten yhteistyön luonnollisena tuloksena ovat innovaatiot, joihin ihmisiä tulisi kannustaa. (Awad & Ghaziri 2004, s. 17 & 19).

2.2.3 Tuotannon toiminnasta kerättävä tuotantotieto

Tuotantoyritykset keräävät toiminnastaan suuren määrän dataa voidakseen seurata tuotantoa, kokoonpanoa ja logistiikkaa. Tätä dataa käytetään esimerkiksi tuotannon häiriötekijöiden arvioimiseen, tuotantoaikataulujen päivityksiin ja KPI-mittareiden laskemiseen. (Schuh et al. 2017, s. 425). KPI tulee englannin kielen sanoista Key Performance Indicator ja se on määrällinen mittari suorituskyvylle. Yleensä sen avulla mitataan yksilön, tiimin tai kampanjan pääsyä tavoitteeseen. (Oxford 2016). KPI-mittareista kerrotaan lisää tuottavuuden yhteydessä.

Tärkeitä tietoresursseja yrityksessä ovat esimerkiksi henkilöstön osaaminen, organisaation toimintaprosessit ja niihin liittyvät tietovirrat, johtamismallit sekä erilaiset sidossuhteet (Laihonen & Lönnqvist 2013). Kerättäviä tuotantotietoja ovat esimerkiksi valmistuksen tapahtuma- ja tilannetiedot, työaikatiedot, materiaalihjauksen tiedot sekä koneiden valvonta-, laadunvalvonta- ja kulunvalvontatiedot. Tässä työssä keskitytään tuotantoon, joten tuotantotiedot MES- ja ERP-järjestelmissä ovat työn kannalta olennaisimpia. Valmistuksen aikana kerättäviä tietoja ovat muun muassa tilausnumerot, tilatut määrät, valmistuneet määrät, työvaiheet ja niiden aloitus- ja lopetusajankohdat, hävikkien syyt ja määrät, läpäisyajat ja keskeneräiset työt. (Näätäsaari 1990, s. 14).

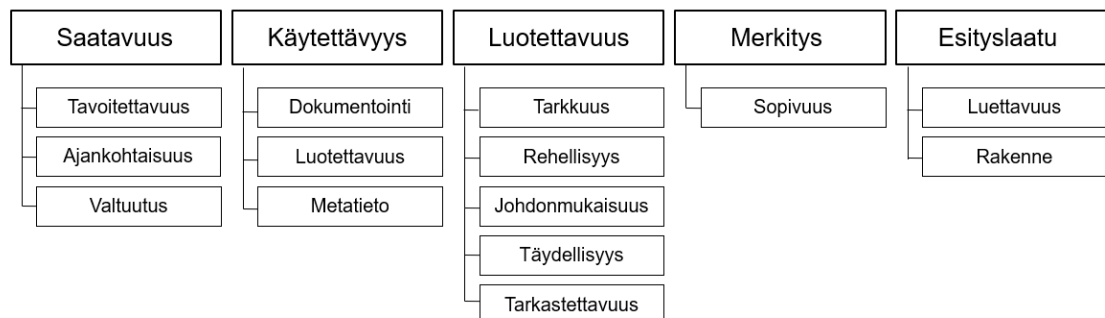
Nykyisten tuotantoyritysten toimiessa prosessorientoituneesti, tuotantotietoja käytetään laajasti myös muualla kuin tuotantotoiminnoissa. Tuotantoprosessiin liittyvät myynti- ja tilausprosessien lisäksi esimerkiksi logistiikka-, materiaalien hallinta- ja talousprosessit. Näin tarve tuotantotietojen käsittelyyn voi tulla myös tuotantoprosessin ulkopuolelta. (Vilpola & Terho 2008, s. 9).

2.2.4 Datassa esiintyvät virheet ja epä johdonmukaisuudet

Massadatan (engl. Big Data) aikakautena suuren tietomäärän tietyt ominaisuudet aiheuttavat vaikeuksia myös datan laadun hallinnassa. Näihin ominaisuuksiin kuuluvat datan määrä, nopeus, monimuotoisuus ja arvo. Nykypäivänä tiedon määrä on suuri ja sitä syntyy nopealla tahdilla koko ajan lisää. Tiedon kokonaismäärä kaksinkertaistuu tällä hetkellä noin joka toinen vuosi, kun 1970-luvun jälkeisenä aikana määrä kaksinkertaistui joka kolmas vuosi. Nopea tiedon lisääntyminen vaatii myös nopeaa reagoitua ja tiedon käsittelyä. Monimuotoisuudella viitataan useisiin erilaisiin datatyyppeihin ja niiden jakautumiseen strukturoituun ja strukturoimattomaan dataan. (Cai & Zhu 2015, s. 2). Strukturoitu data viittaa taulukoituun dataan, joka löytyy tietyistä paikasta ja strukturoimaton data on vapaamuotoisempaa dataa. Cai & Zhu (2015, s. 2–3) mukaan useat eri datatyypit

vaativat suurempaa kapasiteettia myös niiden prosessointiin. Viimeisenä datan laatuun oleellisesti vaikuttavana ominaisuutena on massadatan pieni arvotiheys eli hyvin suuressa määrässä dataa on vain hyvin vähän oleellista tietoa ja sen erottaminen vaatii resursseja.

Datan laatuongelma voidaan määritellä yhden tai useamman laatudimension poikkeamana, joka tekee datasta täysin tai suurelta osin sopimatonta käyttötarkoitukseensa (Cao & Zhu 2013, s. 2). Näin korkealaatuisen datan mittarina voidaan pitää sen ”sopevuutta käyttöön”. Tuotannonohjauksen ja -johdon kannalta datan laadulle olennaista on sen johdonmukaisuus eli saadussa tiedossa ei ilmene ristiriitoja, oikeus eli tieto heijastaa todellisuutta ja täydellisyys eli mitään tietoa, mitä olisi pitänyt kerätä, ei puutu. (Reuter & Brambring 2016, s. 52–53). Lisäksi tiedon tulisi olla ajankohtaista eikä vanhentunutta (Haug et al. 2009, s. 1056). Cai & Zhu (2015, s. 4) määrittävät näiden ominaisuuksien lisäksi datan laadun koostuvan viidestä dimensiosta, jotka ovat sen saatavuus, käytettävyys, luotettavuus, merkitys ja esityslaatu. Näistä dimensioista esityslaadulla on vaikutusta myös asiakastyytyvyyteen ja muita voidaan pitää tiedon luontaisina ominaisuuksina. Kaksitasoinen massadatan laatustandardi arviointia varten on esitetty kuvassa 2.6.



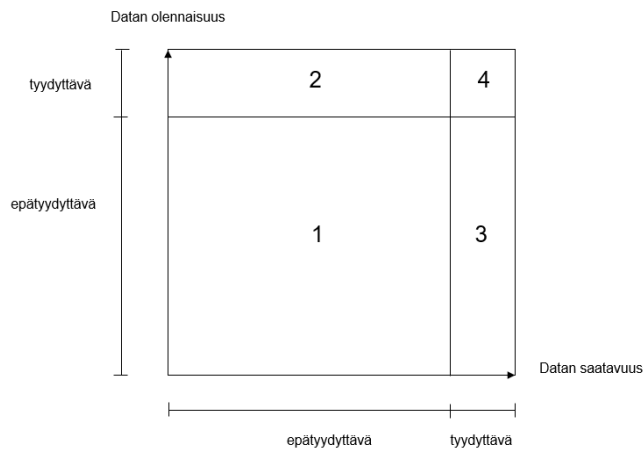
Kuva 2.6 Kansainvälinen kaksitasomalli datan laadun arviointia varten (Cai & Zhu 2015, s. 4).

Myös Haug et al. (2009, s. 1059) ovat kategorioineet datan laadun kolmeen osaan. Näiden pohjalta voidaan muodostaa datan laadun luokittelumalli.

- (1) Olennaisuus: merkityksellisyys, oikeellisuus, täydellisyys, yksikäsitteisyys
- (2) Saatavuus: saatavuusoikeudet, varastointi ERP-järjestelmään, esitettävyyys
- (3) Hyödyllisyys: merkitys, arvonlisäys

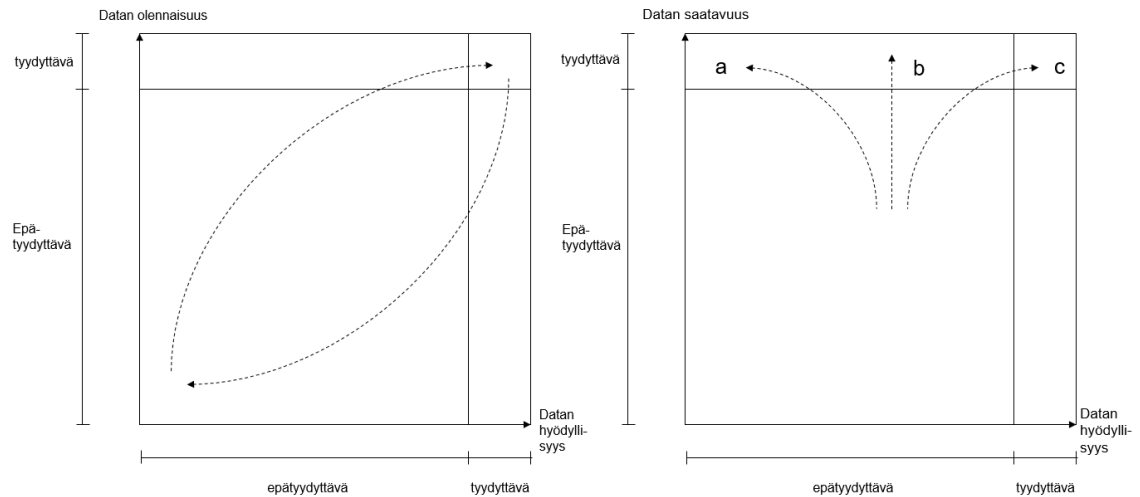
Kuvan 2.7 alueella 1 sekä ERP-datan olennaisuus että saatavuus ovat alhaisella tasolla. Tällä tasolla ERP-järjestelmän hyötyjä ei saavuteta ja ilmenee paljon ongelmia. Alueella 2 tiedon olennaisuus on korkealla tasolla, mutta jostain syystä käyttäjät eivät saa tietoa

järjestelmästä. Tämä voi johtua käyttöoikeuspuutteista, järjestelmän käytön osaamattomuudesta tai järjestelmästä puuttuvasta tiedosta, joka johtuu siitä, että käyttäjät eivät ole päivittäneet tietoja. Alueella 3 tarpeellinen data on saatavilla, mutta siihen perustuvat päätökset voivat saada aikaan negatiivisia vaikutuksia, koska data ei ole oikeaa. Alue 4 kuvaa tavoitetasoa, jossa oleellisuus ja saatavuus ovat korkealla tasolla. (Haug et al. 2009, s. 1059–1060).



Kuva 2.7 ERP-järjestelmän datan olennaisuus ja saatavuus. (mukaillen Haug et al. 2009, s. 1059).

Toisen kuvan 2.8 perusteella vasemman puoleisesta matriisista voidaan nähdä oleellisuuden ja hyödyllisyyden suora riippuvuus. Oleellisuuden myötä tiedon hyödyllisyys kasvaa ja päinvastoin. Oikeanpuoleisessa matriisissa polku a kuvaa tapausta, jossa lisääntyvän uuden tiedon myötä huomataan, että tieto ei olekaan tarpeellista ja se menettää merkityksensä. Polulla b lisääntyvän tiedon määrä ei tuo yritykselle mitään lisäarvoa ja polulla c datan hyödyllisyys kasvaa sitä enemmän mitä dataa on. Esimerkki tästä on uusi kerätty tietovarasto, jota ei ennen ollut ja jota voidaan hyödyntää perustana tuleviin päätöksiin. (Haug et al. 2009, s. 1060).



Kuva 2.8 ERP-järjestelmän datan oleellisuus ja hyödyllisyys (Haug et al. 2009, s. 1060).

Käytännössä tehdastasolta kerätyn tiedon laatua heikentävät erilaiset epäjohtonmukaisuudet ja virheet, jotka haittaavat yksityiskohtaisen aikataulutuksen tarkkuutta. Kun tietoa kerätään reaaliaikaisena useasta lähteestä, epätäydellistä ja epäjohtonmukaista dataa on mahdotonta välttää. Edellytyksenä näiden väistämättömien poikkeamien hallitsemiseen on hyvä tuotannonsuunnittelu ja johto. Epäjohtonmukaisuuksia ja virheitä datassa ovat tyypillisesti puuttuvat tiedot työasemasta, aikoihin liittyvät epäjohtonmukaisuudet ja puuttuvat työvaiheiden aloitus- ja lopetusaikaleimat. (Reuter & Brambring 2016, s. 51–52).

Usein unohdettuna syynä poikkeamiin suunnitellun ja toteutuneen tuotanto-ohjelman välillä on riittämätön **Master ja Transaction** Datan laatu (Reuter & Brambring 2016, s. 51). Master Data sisältää yritystasojen kuten asiakkaiden, tuotteiden ja toimittajien perusominaispiirteet. Master Data luodaan vain kerran eikä sitä muokata säännöllisesti. Master Datan luominen ja käsittely ovat virhealttiita toimia, joissa sopimattomat tietojärjestelmärakenteet, riittämätön koordinaatio prosessien välillä, riittämätön järjestelmän implementointi ja huolimaton käyttäjätoiminta voivat johtaa vääränlaiseen dataan. Transaction Data taas kuvaa olennaisia tapahtumia yrityksessä ja jokaisella kirjauksella on aika, arvo ja viittaus muuhun dataan. (Haug et al. 2009, s. 1055–1056).

Erilaiset syyt kuten vääränlainen tapa kerätä dataa tietokantoihin, manuaalisen datan epätäydellisyys, koordinoimattomat poikkeamat suunnitelluista tehtävistä ja koneisiin integroitujen sensoreiden toimimattomuus voivat heikentää datan laatua. Lisäksi työntekijöiden tulee yrityksissä noudattaa ja oppia erilaisia prosesseja ja sääntöjä, joiden toteu-

tus riippuu työntekijästä ja ne ovat alttiita inhimillisille virheille. Muun muassa näitä virheitä pyritään minimoimaan IT-järjestelmien automaatiolla. (Reuter & Brambring 2016, s. 52–53).

Cao & Zhu (2013, s. 3) mukaan eräs kansainvälistä teollisuuslaitevalmistajaa käsitellyt tapaustutkimus osoittaa, että ERP-järjestelmän käyttö parantaa datan tarkkuutta, mutta muiden dimensioiden laatu saattaa heiketä tai parantua riippuen järjestelmän käyttäjäryhmistä. Järjestelmään voidaan esimerkiksi lisätä tietoa, mikä on olennaista vain osalle ja johtaa tämän osan suosintaan. Eri käyttäjäryhmien tarpeiden täyttämisen haaste voi vain pahentua ERP-järjestelmällä. Lisäksi tietoa voidaan evätä, koska pelätään sen vaikutusta jatkokäyttöihin ja turhan datan siivoamista jälkikäteen. Yhdessä paikassa tehdyt muutokset tai datavirheet voivat vaikuttaa epäsuotuisasti toiseen paikkaan, koska ERP-järjestelmän moduulit ovat linkitetty toisiinsa (Haug et al. 2009, s. 1054). ERP-järjestelmällä hallitaan monimutkaisia kokonaisuuksia ja luodaan tiukasti kytkettyjä prosesseja, mikä tarkoittaa sitä, että kahden tuotteen välissä ei ole löysää tai puskuria. Tällaisessa tilanteessa muutokset tuotannossa voivat nopeasti vaikuttaa aikataulutukseen. (Cao & Zhu 2013, s. 3).

Virheellinen data vaikeuttaa tuotannonohjaus- ja johtoprosesseja. Reuter & Brambring (2016, s. 53) mukaan esimerkiksi puuttuva tieto työasemilta tekee työaseman käyttöasteen ja luvatusajan laskemisesta mahdotonta, koska oikeaa tietoa työaseman käyttöajasta ei ole. Hienokuormituksessa kerätyn tiedon avulla päivitetään työjonolistaa ja niiden allokointia työasemille kronologisessa järjestyksessä. Näin tiedossa esiintyvät virheet johtavat lopulta suunnitelmaan, joka on epärealistinen tai jopa väärä alusta alkaen ja luvatusajankohdat eivät toteudu (Schuh et al. 2017, s. 425).

Tarvittavan datan löytymiseksi aina tarvittaessa ERP-dataa tulee jatkuvasti arvioida sekä implementoinnin että käytön aikana (Haug et al. 2009, s. 1054). Tavot parantaa tiedon rehellisyyttä voidaan jakaa kahteen ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä tiedon oikeellisuutta pyritään parantamaan ennakoivasti estämällä epäjohtamukaisuuksia organisatorisilla rakenteilla ja rajoitteilla. Toisessa ryhmässä dataa pyritään parantamaan reaktiivisesti käymällä sitä läpi keräyksen jälkeen. (Schuh et al. 2017, s. 426). Datan laatuongelmien ratkaisun kannalta ongelmien tuntemus on tärkeää. Datan keruun, varastoinnin ja käytön yhteydessä kerättyä tietoa voidaan käyttää apuna kehitettäessä ratkaisua dataongelmaan. Tutkimuksen mukaan tehokas tapa hallita datan laatua on käsitellä sitä tuotteena ja eliminoida laatuongelmien juurisyyt parantamalla dataprosesseja. (Cao & Zhu, 2013, s. 2).

2.3 Tuottavuus

Tuottavuus on käsitteenä mahdollista määritellä monella tavalla ja lisäksi sitä voidaan käyttää useissa eri yhteyksissä. Phusavat (2013, s. 23) mukaan yleisesti tuottavuus tarkoittaa kykyä tuottaa. Sen avulla voidaan ilmaista, kuinka tehokkaasti resursseja käytetään tuotteiden ja palvelujen luomiseen ja sillä on suora yhteys toiminnalliseen, yritykselliseen, teolliseen ja kansalliseen kilpailukykyyn. Tämän määritelmän mukaan tuottavuus määritellään tuotoksen ja panoksen suhteena, joka on esitetty myös alla kaavana 1.

$$\text{TUOTTAVUUS} = \frac{\text{TUOTOS}}{\text{PANOS}} \quad (1)$$

Erilaisia vivahteita tuottavuuteen tuovat muun muassa yrityksen näkökulma, jossa tuottavuus nähdään kustannustehokkuuden paranemisena ja kansantalouden näkökulma, jossa tuottavuutta käytetään selittämään elintason nousua. Insinöörielle tuottavuus taas voi tarkoittaa hyvin yksinkertaisesti esimerkiksi tehokkaampia koneita. (Uusi-Rauva 1997, s. 16). Misterek et al. (1992) mukaan kuitenkin teoreettisessa muodossa tuottavuutta mitataan fyysisenä ilmiönä, kuten energian muutoksena työksi eikä taloudellisena suhteena esimerkiksi valuuttayksiköiden avulla. Mikäli tuotosta tai panosta mitataan valuuttayksiköissä, hinnanmuutokset tulisi huomioida, jotta inflaatiolliset muutokset voidaan erottaa muutoksista tuottavuudessa (Ruch 1982, s. 417).

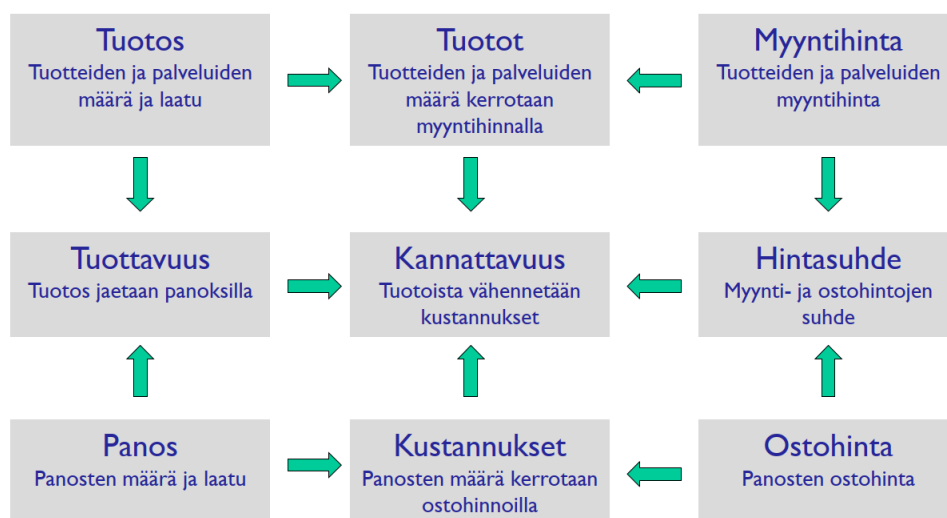
Tähän työhön sovellettavan yleisen määritelmän mukaan toiminta on sitä tuottavampaa mitä enemmän tuotteita saadaan tuotettua samalla määrällä resursseja tai vaihtoehtoisesti, mitä vähemmän resursseja tarvitaan saman tuotemäärän aikaansaamiseen. Ensimmäisessä tapauksessa puhutaan tuotos- eli suoritetehtokkuuden ja toisessa panostehokkuuden parantamisesta. (Uusi-Rauva 1997, s. 21). Tuotostehokkuuden parantaminen perustuu toimintatapojen ja työmenetelmien kehittämiseen ja taas panostehokkuuden eli niin sanotun säästämismallin mukainen parantaminen, resurssien leikkaamiseen (Tanskanen et al. 2013, s. 6). Phusavatin (2013, s. 24) mukaan yksilö- ja järjestelmätasolla yleisenä tavoitteena on löytää keinoja, joiden avulla resurssien käyttöä saadaan vähennettyä ja tuotosten määrää lisättyä. Työvoiman liike ja panostus tulisi käyttää viisasti ja järjestelmien hukkia kuten ylimääraistä aikaa minimoida. Alla olevassa kuvassa 2.9 on esitetty tuottavuuden osatekijät, jotka ovat järjestelmän toimimisen edellyttämät panokset eli resurssit, itse järjestelmä ja järjestelmän avulla saatavat tuotokset.



Kuva 2.9 Tuottavuuden osatekijät (Uusi-Rauva 1997, s. 19).

Tuottavuusaste voidaan määritellä monelle tasolle kuten yksittäiselle toimelle, osastolle, yritykselle tai koko maalle (Stevenson 2018, s. 56). Makrotasolla tarkoitetaan kansainvälisen, kansallisen ja tietyn alan tasoa ja mikrotasolla yrityksen tasoa ja sitä alempia tasoja. Makrotason tuottavuuden mittausmenetelmät poikkeavat mikrotason menetelmistä, eivätkä ne yleensä sovellu mikrotason tuottavuuden mittaukseen. Makrotason tuottavuustulokset ovat hyödyllisiä ekonomisteille ja mikrotason tulokset teollisuusalan johdolle. (Hannula 1998, s. 26). Tässä työssä tuottavuutta tarkastellaan mikrotasolla eli kohdeyrityksen tasolla.

Tuottavuutta laajempi käsite suorituskky muodostuu ainakin seuraavista seitsemästä tekijästä, jotka ovat vaikuttavuus, tehokkuus, laatu, tuottavuus, työelämän laatu, innovatiivisuus ja kannattavuus (Phusavat & Photaranon 2006, s. 1273). Kaikilla näillä tekijöillä on siis yhteys toisiinsa suorituskvyn kautta. Usein esillä on kannattavuuden ja tehokkuuden suhde tuottavuuteen, sillä nämä käsitteet voidaan ymmärtää hyvin samalla tavoin ja sekoittaa toisiinsa. Uusi-Rauvan mukaan tuottavuus on kannattavuuden osatekijä ja sitä voidaan pitää merkittävänä kannattavuuden alatekijänä. Kannattavuudenkin määrittelyyn on useita tapoja, mutta yleisesti kannattavuutta mitataan rahamääräisesti tulojen, menojen, tuloksen ja liikevaihdon avulla. Kannattavuuden yhteys tuottavuuteen saadaan määritelmästä, jonka mukaan kannattavuus on tuottavuuden ja hintasuhteen tulo. Aina tuottavuuden ja kannattavuuden välillä ei kuitenkaan ole suoraa korrelaatiota ja vaikka tuottavuus paranisi, ei kannattavuus välttämättä parane. (Uusi-Rauva 1997, s. 26, 31 & 33) Kannattavuuden ja tuottavuuden suhdetta voidaan tarkastella esimerkiksi kuvan 2.10 tuottavuuden osatekijöiden avulla.



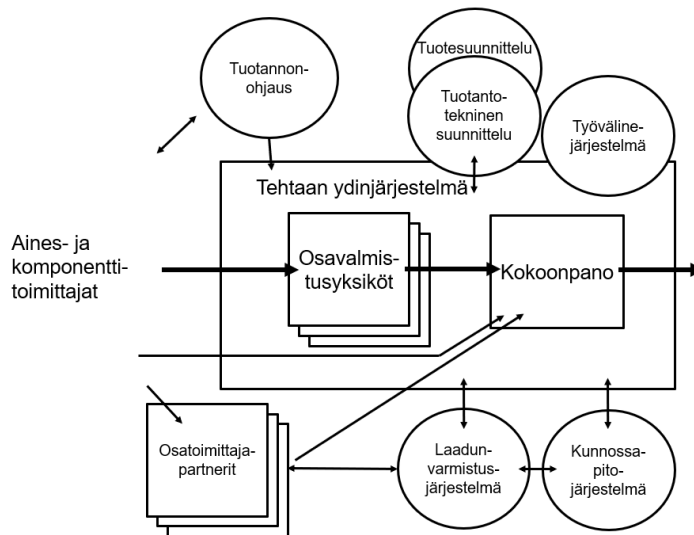
Kuva 2.10 Tuottavuuden osatekijät-matriisi (Vesilahti 2016).

Tehokkuudella tarkoitetaan kykyä saada aikaan haluttu vaikutus mahdollisimman pienellä panostuksella, kuluilla ja hukalla (Hannula 1998, s. 11). Tehokkuus vertaa tuotettuja tuotteita tai palveluita niiden tuottamiseen tarvittuihin resursseihin eli mittaa sitä, kuinka hyvin työ tehdään verrattuna kulutettuihin resursseihin. Kolmantena tuottavuudesta puhuttaessa esiin nostettavana terminä on laatu. Teknisestä näkökulmasta laatu kuvastaa kuinka hyvin tuote tai palvelu vastaa sille etukäteen asetettuja ominaisuuksia. Laadulla voidaan mitata kuinka hyvin tuote vastaa asiakkaan odotuksia ja tarpeita ja tuottavuudella ja laadulla on toisiaan tukeva vaikutus. Vähemmän virheelliset, korkealaatuiset tuotteet nostavat tuottavuutta ja aiheuttavat vähemmän hukkia, takuukuluja, korjaustöitä ja töiden uudelleen ohjausta. (Bernolak 2009, s. 6, 13 & 19).

Näin tuottavuuden yleisten määritelmien käsittelyn jälkeen tässä luvussa tutustutaan tuottavuuden mittaukseen ja kehittämiseen yrityksessä. Aluksi käsitellään kuitenkin kokoonpanon tuottavuutta eli sitä, mikä kaikki kokoonpanotuotannossa vaikuttaa tuottavuuteen.

2.3.2 Kokoonpanotuotannon tuottavuus

Kokoonpanolla tarkoitetaan tehtaassa eri vaiheissa valmistettujen ja muualta hankittujen osien sekä standardiosien ja -tarvikkeiden liittämistä yhteen valmiiksi tuotteeksi tai sen osaksi (Lapinleimu 1997, s. 111). Kokoonpanolinjat ovat jatkuvia linjatuotantojärjestelmiä, joita hyödynnetään suurten tuotantomäärien valmistuksessa ja joiden merkitys myös pienten tuotantomäärien ja kustomoitujen tuotteiden tuotannossa on kasvanut viime aikoina. Kokoonpanolinjoissa tuotantoyksiköt on järjestetty linjaan ja tuotteet kulkevat järjestyksessä asemalta toiselle mahdollisesti tahditettuina. (Boysen et al. 2008, s. 509). Tahtilinjassa kaikki kappaleet siirtyvät yhtä aikaa asemasta seuraavaan (Lapinleimu 1997, s. 81). Kuvassa 2.11 on esitetty tehdastason tuotantojärjestelmän osat, jonka toiminnot ja järjestelmät integroidaan toisiinsa tuotannon tietojärjestelmien avulla (Lapinleimu 1997, s. 19). Kaikki tuotantojärjestelmän osat vaikuttavat myös tuottavuuteen, sillä ne vaikuttavat kokoonpanon toimintaan.



Kuva 2.11 Tehdastason tuotantojärjestelmän osat (Lapinleimu 1997, s. 19).

Tuotannolle asetettavat tavoitteet määrittävät yrityksen kilpailutekijöiden perusteella. Kilpailutekijät määritellään yleensä asiakaslähtöisesti eli keskeisiä ovat ne tekijät, jotka saavat asiakkaan valitsemaan tuotteen. Valmistavan yrityksen kilpailutekijöitä ovat esimerkiksi hinta, tuoteominaisuudet, laatu, toimitusnopeus ja -varmuus sekä tuotteiden muokattavuus asiakastarpeisiin. Näiden pohjalta määräytyviä kilpailulähtöisiä tavoitteita tuotannossa ovat esimerkiksi kustannustehokkuus, laatu, aika ja joustavuus. Yhteiskunnallisia tavoitteita näiden lisäksi ovat esimerkiksi ympäristöystävällisyys ja työturvallisuus. (Haverila et al. 2009, s. 356–358). Tuotantojärjestelmän pitkän aikavälin päämääriin ja toteutustapoihin liittyviä valintoja, valintojen toteuttamiseen liittyviä päätöksiä ja päätösten toimeenpanoa kutsutaan tuotantostrategiaksi. Tuotantostrategia säätelee tuotannon osalta mitä, kuinka paljon, missä ja miten tehdään ja lisäksi, miten tuotantoa halutaan uudistaa. Keskeisiä strategisia valintoja tehdään toimialan, arvoketjusijoittumisen, maantieteellisen sijainnin ja kehityssuunnan suhteen. (Martinsuo 2016)

Tuotannon tavoitteiden toteutumista ohjataan ja analysoidaan tunnusluvuilla. Näihin tunnuslukujärjestelmiin sisältyy tavallisesti kustannustehokkuus ja tuottavuus, tuotteiden laatu sekä toimitusvarmuus. (Haverila et al. 2009, s. 398). Tuottavuuden mittauksen tarve siis juontaa juurensa yrityksen tavoitteiden ja kilpailukyvyn tavoitteluun.

Teknisestä näkökulmasta tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat tuotannon saanto, työvoiman tuottavuus, pääoman tuottavuus, varusteiden käyttöaste, tehtaan toiminta-aika ja koneiden seisokkiaika. Seisokkiaikaan vaikuttaa esimerkiksi kunnossapito sekä logistiset ja hallinnolliset myöhästymiset. Lisäksi tuottavuuteen vaikuttaa myös hukkaa aiheuttavat vaihdot, palautukset, muokkaukset ja hylkäykset sekä näiden myötä laatu. Jos laatu on alhainen ja mainittujen hukkien määrä kasvaa, se johtaa pienempään tuottavuuteen. (Phusavat 2013, s. 33–34). Tuotanto-osaston tavoitteita, jotka vaikuttavat myös

tuottavuuteen positiivisesti ovat pieni poissaoloprosentti, korkea suhde arvonlisäyksen ja suorien työtuntien välillä ja toteutuneiden työtuntien ja käytettävissä olevien työtuntien välillä. Tuotannonsuunnittelun kannalta tavoitteellista on korkea koneiden käyttöaste ja toimituspäivien toteutuminen. (Mohanty & Rastogi 1985, s. 58).

2.3.3 Tuottavuuden mittaus

Tuottavuuden määritelmä on vaikea erottaa tuottavuuden mittauksen määritelmästä, sillä tuottavuuden konsepti ilmaistaan usein mittauksen kautta (Hannula 1998, s. 16). Tuottavuus-luvun alussa keskityttiin tuottavuuteen käsitteenä ja tässä luvussa on tarkoitus tutkia eri menetelmiä, joilla tuottavuutta voidaan mitata, perehtyä tuottavuusmittareiden hyötyihin ja mittauksen ongelmiin sekä tuottavuuden mittauksen kehitystarpeisiin. Kuten Deming toteaa: ”You cannot manage what you cannot measure.” (Phusavat s. 24 mukaan), ilman tietoa on vaikea tehdä päätöksiä. Tuottavuuden mittaus on myös edellytys sen jatkuvalla kehittämiselle (Hannula 1997, s. 14).

Tuottavuuden määritelmään perustuen voidaan määritellä kaksi tuottavuussuhdetta, kokonaistuottavuus ja osittaistuottavuus, jotka on esitetty alla kaavoina 2 ja 3. (Craig & Harris 1973).

$$\text{KOKONAISTUOTTAVUUS} = \frac{\text{KOKONAISTUOTOS}}{\text{KOKONAISPANOS}} \quad (2)$$

$$\text{OSITTAISTUOTTAVUUS} = \frac{\text{KOKONAISTUOTOS}}{\text{OSITTAISPANOS}} \quad (3)$$

Kokonaistuottavuus määritellään suhteeksi tuotosten määrän ja kaikkien tuotantoon vaikuttavien panosten yhteenlaskettujen määrien välillä. Tässä tapauksessa laskettaessa panoksia yhteen on käytettävä indeksimuotoja eli panosmäärien suhteellisia muutoksia. (Lehtoranta 1997, s. 236). Osittaistuottavuudella taas voidaan määrittää yksittäisen tekijän, kuten työvoiman, pääoman, materiaalien tai energian tuottavuutta (Mohanty & Rastogi 1985, s. 48). OECD (2001, s.14–18) mukaan näitä tuottavuussuhteita voidaan laskea esimerkiksi karkean tuotantomäärän tai arvon lisäyksen määrän suhteena työmäärään, pääoman määrään, näiden summaan tai kaikkien panosten yhteismäärään. Käsitteellisesti tuottavuuden määrittely on helppoa, mutta käytännön sovellusta vaikeuttaa suuri määrä tuotteita ja palveluita, muuttuvat hinnat ja kustannukset, laadulliset näkökohdat, tuotteiden, palveluiden ja prosessien uudelleensuunnittelu sekä suorat ja epäsuorat panokset (Ruch 1982, s. 416).

Yleisesti tuotoksia voidaan mitata tuotantomääränä tai arvon lisäyksen määränä. Tuotantomäärällä tarkoitetaan tuotteita tai palveluita, jotka tuotantoyksikössä on tuotettu (OECD 2001, s. 24). Tuotantomäärä ilmaistaan yleensä fyysisen tilavuuden yksiköissä

kuten kappaleina, tonneina tai lukumääränä ja mikäli tuotos ei ole homogeeninen, eri tuotteet pitää painottaa, jotta ne voidaan laskea yhteen. Useimmissa tapauksissa myyntihinta on sopivin tähän painotukseen. (Craig & Harris 1973, s. 16). Kun välissä ostetut panokset vähennetään tuotantomäärästä, saadaan toinen mitta, jolla tuotoksia voidaan mitata, arvon lisäyksen määrä (OECD 2001, s. 24).

Panoksilla taas tarkoitetaan avainresursseja kuten työvoimaa, materiaaleja ja koneita sekä pääomaa (Phusavat 2013, s. 24 & 33). Työvoiman tekemää työmäärää mitataan asianmukaisimmin tehtyinä työtunteina. Tämän kohdalla tehdään usein oletus, jonka mukaan työtunti on kaikille työntekijöille sama, jolloin taidoilla, koulutuksella, työkokemuksella tai terveydellä ei ole merkitystä. (OECD 2001, s. 39–40). Eroja voidaan myös tasoittaa muuttamalla työtunnit hinnoiksi kertomalla ne tuntipalkalla (Craig & Harris 1973, s. 17). Toimialatasolla pääomapanoksen vastineena käytetään tavallisesti kiinteää pääomakantaa eli aineellista käyttöomaisuutta. Tuottoprosenttilaskelmissa tähän lasketaan usein myös vaihto-omaisuus. Pääomapanosta voidaan mitata esimerkiksi investointien jaksotetuilla kustannuksilla, pääoman poistoilla, kiinteistöjen ja laitteistojen käytöstä aiheutuvilla menoilla tai konetunneilla. (Lehtoranta 1997, s. 234).

Taulukkoon 3 on koottu useimmin käytettyjä suorituskykymittareita. Ensimmäisen sarakkeen mittarit pohjautuvat fyysiseen tuotokseen tai määriin, kuten tonneihin tai tuotteiden määrään. Nämä mittarit soveltuvat hyvin käytettäviksi tuotannossa, missä tuotosten määrä on mahdollista määrittää melko yksinkertaisesti. Sarakkeiden kaksi ja kolme mittarit ovat tuottavuuteen liittyviä taloudellisia mittareita, joita käytetään usein rahoituslaskelmissa. Näiden mittareiden käytön tekee vaikeaksi niiden kyvyttömyys erottaa hinnat ja määrät. Viimeisten kahden sarakkeen mittarit soveltuvat taas tuotannon mittaukseen ja tuottavuuden analyysiin. Karkeisiin tuotantomääriin perustuvat tuottavuuslaskelmat ovat erityisen hyödyllisiä yritystason mittauksissa, koska tuottavuudella on suhde kaikkiin käytettyihin panoksiin. (Van Ark, 2007, s. 2–3).

Taulukko 3. Tuottavuus: Tuotos/panos- suhteita (mukaillen Van Ark et al. 2007, s. 2).

Panokset \ Tuotokset	Tilavuus (V)	Tulot (R)	Voitto (Z)	Tuotospääoma (G)	Arvonlisä (A)
Kokonaisinvestoinnit (I)	V/I	R/I	Z/I	G/I	A/I
Kiinteät investoinnit (If)	V/If	R/If	Z/If	G/If	A/If
Työntekijöiden määrä (N)	V/N	R/N	Z/N	G/N	A/N
Kokonaistunnit (H)	V/H	R/H	Z/H	G/H	A/H
Työntekijöiden palkintojen määrä (W)	V/W	R/W		G/W	A/W
Materiaalikustannukset (M)	V/M	R/M		G/M	
Kokonaiskustannukset (C)	V/C	R/C		G/C	

Muita näkökulmia tuottavuuden mittaamiseen on esimerkiksi henkilöstöpäälliköiden tarve mitata tuottavuutta vertaamalla toteutuneita työtunteja kaikkiin käytettävissä oleviin tunteihin. Tämä mittaustapa ei kuitenkaan huomioi työtahtia tai työntekijöiden panosta. Insinöörit taas seuraavat esimerkiksi tuotosta per työtunti, tehtaan käyttöastetta, tilan käyttöä ja materiaalitarvetta per yksikkö. (Mohanty & Rastogi 1985, s. 48). Lisäksi tuottavuutta voidaan mitata esimerkiksi kappaleina per työntekijä, tuotantomääränä per kone tai energiankulutuksena per tuoteyksikkö (Uusi-Rauva 1997, s. 55). Tuottavuuden mittauksessa on eroja yritysten välillä ja myös yrityksen sisällä. Tärkeitä huomioitavia asioita ovat miten käsitellä erityyppisiä tuotoksia ja panoksia, miten tunnistaa kvalitatiiviset muutokset panoksissa, miten painottaa yrityksen monenlaiset tuotokset ja miten pitää tuotosten ja panosten mittaus tasapuolisena ja riippumattomana. Muita mittausta hankaloittavia asioita voivat olla epäsuorien kustannusten määrittely, aineettomat tuotokset ja mittauksen aikavälin valinta. (Mohanty & Rastogi 1985, s. 49). Tuottavuus on käsitteenä melko suoraviivainen, mutta sen mittaaminen ei ole aina kovinkaan selkeää eikä ole olemassa mitään yksiselitteistä tuottavuuden mittaria (Lehtoranta 1997, s. 239).

Tuottavuuden mittaus voidaan toteuttaa kahdesta näkökulmasta, tuottavuuden tason mittauksen ja tuottavuuden muutoksen mittauksen näkökulmasta (Uusi-Rauva 1997, s. 46). Tuottavuus on suhteellinen konsepti ja tuottavuus itsessään merkitsee hyvin vähän, jos sitä ei verrata johonkin. Vertailu on mahdollista poikittain eli vertaamalla samalla ajanhetkellä tuottavuutta toiseen vastaavalla tavalla laskettuun tuottavuuteen muualla tai pitkittäin eli vertaamalla sitä aiempiin saatuihin tuloksiin. (Bernolak 2009, s. 5). Yrityksen johdolle on tämän vuoksi usein kiinnostavampaa mitata juuri muutosta. Tuottavuuden tason mittauksella ei yleensä saada päätöksenteon kannalta kovin olennaista tietoa varsinkaan, jos ei ole käytettävissä vertailuaineistoa eri yrityksistä. Tason muutoksen mittaus vasta antaa käyttökelpoisen työkalun tuottavuuden kehittämiseksi. (Hannula 1997, s. 14).

Key Performance Indicator (KPI) on mittari, jonka avulla seurataan suorituskyykyä teollisuudessa ja se voidaan määritellä yksittäiselle laitteelle, aliprosessille tai kokonaiselle tehtaalle. KPI-mittarit voivat liittyä esimerkiksi energiaan, raaka-aineisiin, toimintoihin, kunnossapitoon, suunnitteluun, laitteisiin tai varastoihin. (Lindberg et al. 2015, s. 1785). Ne muodostavat kokonaisvaltaisen ja läpinäkyvän kuvan tuotantojärjestelmän toiminnasta sekä tiivistävät suuren määrän annettua tietoa muutamiksi numeerisiksi muuttujiksi. (Stricker et al. 2016, s. 463). Lisäksi ne kertovat johdolle, kuinka hyvin yritys suoriutuu nykytilan ja tulevaisuuden kannalta kriittisimpien menestystekijöiden tavoittelussa ja niitä seuraamalla sen on mahdollista kehittää suorituskyykyä (Parmenter 2015, s. 4).

Tuottavuuteen liittyviä KPI-mittareita ovat esimerkiksi työntekijän tai työyksikön tehokkuus (Cottyn et al. 2011, s. 4407), koneen saatavuus eli todellinen aika, jonka kone on valmis tuottamaan tuotteita ja laitteiston kokonaistehokkuus (engl. Overall Equipment Efficiency), joka yhdistää saatavuuden, tehokkuuden ja laatutason (Meyer 2009, s. 24, 183 & 184).

Tuottavuusmittareiden yksi tärkeä piirre on niiden kyky ilmaista, mitkä tekijät vaikuttavat tuottavuuden vaihteluihin. Vaihtelut, kuten tuottavuuden kasvu, lasku tai muuttumattomuus voivat johtua useista erilaisista muutosyhdistelmistä, jotka vaikuttavat tuotosten ja panosten määriin. Toinen etu on kyky erottaa hinnoittelun vaikutus fyysisen tuottavuuden muutoksista. Kokonaistuottavuuden perustuessa rahalliseen mittaukseen, tuottavuus voi kasvaa tuotosten hintoja nostamalla, mutta fyysinen tuottavuus voi kasvaa, laskea tai pysyä muuttumattomana. (Misterek et al. 1992). Näiden lisäksi Ruch (1982, s. 419) listaa tuottavuuden mittauksen kolmeksi pääsyyksi mahdollisuuden arvioida, suunnitella sekä kasvattaa tietoisuutta ja sen kautta suoraa reagointia. Tuottavuuden mittauksen avulla voidaan arvioida sitä, kuinka hyvin suoriuduttiin ja miten aiemmat päätökset ovat vaikuttaneet ja olivatko päätökset hyviä. Jos mittauksissa esiintyy poikkeamaa normaalista, voidaan erottaa ongelmat ja mahdollisuudet. Toisena pääsyyinä on aiempien tuottavuusmittausten toimiminen pohjana jatkuvuudelle, epäjatkuvuudelle tai muutoksille tulevaisuuden tavoitteiden suunnittelussa. Kolmantena syynä on tietoisuuden lisääminen siitä, että jotain mitataan, joka saa ihmiset työskentelemään tuloksen parantamiseksi ja lisäksi se, että mittaus osoittaa, mikä on tärkeää ja mikä vähemmän tärkeää.

Tämän hetkissä tuottavuuden mittaustavoissa on myös heikkouksia. Yksi suurimmista ongelmista on se, että useimmat tuottavuusmittarit eivät huomioi laadun vaikutuksia tuotoksissa tai panoksissa. Laadun muutoksen vaikutusta on vaikea huomioida tuotoksia ja panoksia määriteltäessä, mutta sillä on kuitenkin suora vaikutus tuottavuuteen, kuten aiemmin mainittiin. Kun tuottavuutta laskettaessa ei huomioida laadun vaikutusta, tuottavuusmittaukset eivät kannusta yrityksiä tavoittelemaan parempaa laatua tuottavuuden kehittämiseksi. Muita ongelmia ovat esimerkiksi muuttuva tuotevalikoima, sillä eri tuotteiden valmistusaika voi vaihdella, vaatia erilaista osaamista työntekijöiltä ja vaatia eri koneita ja toisena käytössä oleva kapasiteetti. (Misterek et al. 1992).

Tuottavuusasteen pohjalta voidaan esimerkiksi suunnitella työvoimatarpeita, aikatauluttaa työtä ja koneita sekä tehdä rahoituslaskelmia. (Stevenson 2018, s. 56). Tuottavuuden mittaaminen tulisi nähdä oppimisen ja kehittämisen välineenä, jolla parannetaan yri-

tyksen menestymismahdollisuuksia sen sijaan että se nähtäisiin kontrollointina. Mittaus-tulosten avulla voidaan oppia tuottavuudesta ja valita keskeisimmät kehityskohteet. (Rantanen et al. 2015).

Tuottavuuden mittauksen kehitys on olennaista sekä tuotanto- että palvelualalla. Tuotta-vuuden mittausta käytetään useassa yrityksessä pääasiallisena pohjana tulevaisuuden suuntien, roolien ja vastuualueiden, rajallisten resurssien allokoinnin, toiminnan valvon-nan, prosessien linkityksen, tavoitteiden saavuttamisen ja jatkuvan parantamisen ylläpi-tämiseksi tehtävien tarpeellisten muutosten aloituksen määrittelyssä. (Phusavat 2013, s. 24). Tuottavuuden mittaus ja analyysi tulisi integroida yrityksen nykyisiin tietovirtoihin ja koko johtojärjestelmään. Tuottavuustiedon avulla voidaan selittää esimerkiksi muutok-sia, budjettivaihteluita ja trendejä. Lisäksi sen avulla voidaan varmistaa tietojärjestelmän oikeellisuus ja yhtenäisyys. (Hannula 1998, s. 43). Tavoitteena on luoda mittareita, jotka mahdollistavat tuottavuuden kehitystrendien mittauksen, vertailun saman alan yritysten kanssa ja yrityksen resurssien suunnittelun tehokkaasti (Mohanty & Rastogi 1985, s. 49).

Johtaminen on vaikuttamista, vuorovaikutusta ja positiivisten tulosten saavuttamista ih-misten kanssa. Siinä täytyy pystyä innostamaan ja kannustamaan muita. Ihmisillä on usein tarve verrata itseään toisiin ihmisiin, mikä luo kilpailua ja heijastuu myös ihmisistä kokoonpantuihin organisaatioihin, yrityksiin. Toinen kilpakumppani voi kannustaa parem-paan suoritukseen tehokkaammin kuin määräykset ja kiellot. Mittaus luo perustan johta-misen päätöksenteolle ja mahdollistaa henkilöstön kesken kilvoittelun, samalla moti-voiden, ohjaten tekemään oikeita asioita, korostaen mitattavan asian arvoa, selkiinnyt-täen tavoitteita ja luoden edellytyksiä palkitsemiselle. (Uusi-Rauva 1996, s. 11).

2.3.4 Henkilöstölähtöinen tuottavuuden kehitys

Työvoimalla on nykypäivänä strateginen rooli tuottavuuden parantamisessa ja sen te-hokkaalla ja optimoidulla hyödyntämisellä voidaan vaikuttaa positiivisesti tuottavuuden kasvattamiseen (Kazaz et al. 2008, s. 95). Teollisilla ja tuotannollisilla aloilla pääoma-, materiaali- ja energiapanokset voivat muodostaa suuremman osuuden kuin palkkakus-tannukset, mutta myös näillä aloilla ihmiset ohjaavat prosesseja. Työntekijöiden inno-vaatiot parantavat myös prosessien tuottavuutta. Tuottavuuden lisäämiseen tarvitaan koko henkilöstöä, jonka osallistuminen ja kehittämisvastuun ottaminen lisäävät yhteistä ymmärrystä ja luottamusta johdon ja henkilöstön välille. (Tanskanen et al. 2013, s. 3).

Uusi-Rauva (1997, s. 13) toteaa, että tuottavuus on ennen kaikkea henkilökohtainen asenne. Se on pyrkimystä parantaa nykyistä tilannetta ja myönteistä suhtautumista edis-tykseen. Se on myös halua parantaa nykytilannetta riippumatta siitä kuinka hyvältä se

nyt vaikuttaa ja vakuuttuneisuutta siitä, että aina voi tehdä paremmin. Tarkoituksena on jatkuva inhimillisen ja taloudellisen toiminnan mukauttaminen muuttuviin olosuhteisiin. Bernolakin (2009, s. 9) mukaan tuottavuuden parantaminen ja tilaisuuksien hyväksi käyttäminen on mahdollista, kun jokainen henkilö ymmärtää tuottavuuden kehittämisen olevan heidän eduksensa. Hänen mukaansa, kun työn tuottavuus kasvaa ja tuloksen laatu paranee esimerkiksi virheitä vähentämällä, työntekijät ovat tyytyväisempiä saavutuksiinsa. Tuottavuuden paraneminen näkyy työnantajille ennen kaikkea vähentyneinä kustannuksina, kun henkilöstö on tuotteliaampaa, tyytyväisempää, motivoituneempaa sekä paremmin koulutettua ja poissaolot ja henkilöstön vaihtuvuus vähenevät.

Tuottavuudella on suora vaikutus motivaatioon ja motivaatiolla päinvastoin tuottavuuteen. Onnistuneella työvoiman motivoinnilla on suuri vaikutus heidän tuottavuutensa maksimointiin. (Kazaz et al. 2008, s. 96). Motivoinnilla tarkoitetaan alitajuntaisten voimien yllyttävää vaikutusta, joka johtaa haluttuihin tuloksiin tai käyttäytymisiin. Ihmisiä voidaan motivoida muun muassa sosiaalisilla tarpeilla, kuten tarjoamalla terveellinen työympäristö ja kehitysmahdollisuuksia. Muita tapoja on tasapuolinen kohtelu, tavoitteiden selvitys ja tukeminen niiden saavuttamiseksi sekä toisena ääripäänä kuri. (Khan 1993, s. 148–153).

Yksi henkilöstölähtöinen tapa tuottavuuden kehittämiseksi on työntekijöiden osallistumisen lisääminen. Osallistumisen lisäämisellä tarkoitetaan työntekijöiden osallistumista päätöksenteko- ja työprosessiin sekä suurempaa itsenäisyyttä ja kontrollia työtehtävistä. (Zwick 2004, s. 716–717). Zwick listaa neljä tapaa, joilla osallistumisen lisääminen vaikuttaa tuottavuuteen. Ensimmäisenä on tietyn ei-johtotehtävissä olevien työntekijöiden tiedon ja osaamisen hyödyntäminen ja toisena henkilöstön korkeampi sitoutuminen yritykseen ja tehtyihin päätöksiin, mikä johtaa parempaan työtulokseen. Kolmantena työntekijöiden osallistuminen päätöksentekoon tasoittaa tuotantoa vähentämällä pullonkauloja ja keskeytyksiä ja neljäntenä hierarkian vähentäminen ja henkilöryhmien itsenäistyminen voi vähentää hukkaa, inventaarioita ja tehottomuutta.

Auran (2019) kirjoittamassa Työkaari kantaa-hankkeen yhteenvetoraportissa käsitellään henkilöstötuottavuuden johtamista teollisuudessa. Henkilöstötuottavuudella tarkoitetaan työhyvinvoinnin ja tuottavuuden yhdistelmää, jonka johtaminen on johtajien työtä. Sen tasoon vaikuttavat yhteenvedon mukaan oikeudenmukaisuus, terveys, työjärjestelyt, voimavarat ystäviin ja harrastuksiin, luottamus työnantajaan ja esimiehen antama tuki. Nämä yhdessä kuvastavat henkilöstötuottavuuden johtamisen kokonaisvaltaisuutta. Johtamisen kehittyminen tuo suuren taloudellisen kasvupotentiaalin.

Tuottavuusmittareita kehitettäessä ihmiset, joiden toimintaa mittareilla mitataan, tulisi ottaa mukaan prosessiin mahdollisimman aikaisin. Työntekijät tietävät työstä eniten ja keskustelut heidän kanssaan mittausten tarkoituksesta ja käytöstä lieventävät pelkoja ja vähentävät vastustusta. (Ruch 1982, s. 421). Työntekijöiden tulisi tietää, milloin ja miten heidän työtään mitataan ja saada palautetta sekä tietoa mittaustuloksista. Työntekijöitä arvioidaan yksilöinä eikä vertailulla ole tarkoitus luoda kilpailua henkilöstön välille. Lisäksi tuottavuustavoitteiden tulee olla tavoitettavissa eikä mittauksen tulisi heikentää työ-moraalia tai aiheuttaa tarpeetonta stressiä. (Henriques 1987).

Tutkimuskysymyksen kaksi yhteyttä tuottavuuden ja tietojärjestelmistä saatavan tiedon ja tiedonhallinnan välillä voidaan selittää muun muassa tietoa käsittelevien ihmisten avulla. Tätä tiedonhallinnan ja tuottavuuden välistä yhteyttä on tutkittu esimerkiksi rahotus- alalla pankeissa Amah & Ahiauzun (2011) ja Torabi & El-Denin (2017) tekemissä tutkimuksissa, joissa tiedonhallinnan havaittiin vaikuttavan tuottavuuteen. Modara & Al-Tahoon (2017, s. 1259–1260) tutkimuksessa todetaan, että johto uskoo tiedonhallintakulttuuriin ja kannustaa osallistumaan siihen sekä sen työkalujen kehittämiseen. Lisäksi parempi päätöksenteko perustuen uusimpaan teknologiaan, parempi työvoiman suorituskyky koulutuksen ja opetuksen ansiosta sekä parempi työnlaatu paransivat yrityksen tuotosta, jolla on suora yhteys tuottavuuteen. Näin tiedonhallinnalla on vaikutus panosten käytön tehokkuuden paranemiseen, mikä johtaa lopulta parempaan tuottavuuteen.

Tutkimuskysymyksen neljä näkökulmasta taas Rantasen (2001, s. 89) toteuttamassa tutkimuksessa sisäisiä henkilöstöriippuvaisia tuottavuusesteitä ovat ajanpuute tuottavuuden parantamiseksi, henkilöstön tiedon ja koulutuksen puute tuottavuuteen liittyen, henkilöstön passiivinen asenne ja muutoksen vastustaminen, tiedonpuute tuottavuuden kehittämisestä sekä esimiehen tiedon ja koulutuksen puute tuottavuuteen liittyen.

2.3.5 Tuottavuuden kehitys

Tuottavuuden kehittäminen on monitahoinen kysymys, joka riippuu tarkastelukohteesta, tarkastelun tasosta, valitusta näkökulmasta ja sen laajuudesta (Rantanen et al. 2015, s.12). Tuottavuuden kehittämiseksi yrityksen tasolla ei ole yhtä tiettyä tapaa ja useimpien laatua ja tehokkuutta parantavien toimien tavoitteena voikin olla parantaa tuottavuutta (Hannula 1998, s. 34). Eri tasoilla tarkasteltuna tuottavuuden kehittäminen saa erilaisia sisällöllisiä merkityksiä. Tuottavuuden kehittämisessä on otettava kantaa kehittämisen syihin, keinoihin ja tavoitteisiin. Päätöksiä voidaan tehdä esimerkiksi perustuen siihen,

miten paljon asialla on merkitystä, kannattaako tuottavuutta kehittää ja onko tuottavuutta edes mahdollista kehittää. (Rantanen et al. 2015, s.12).

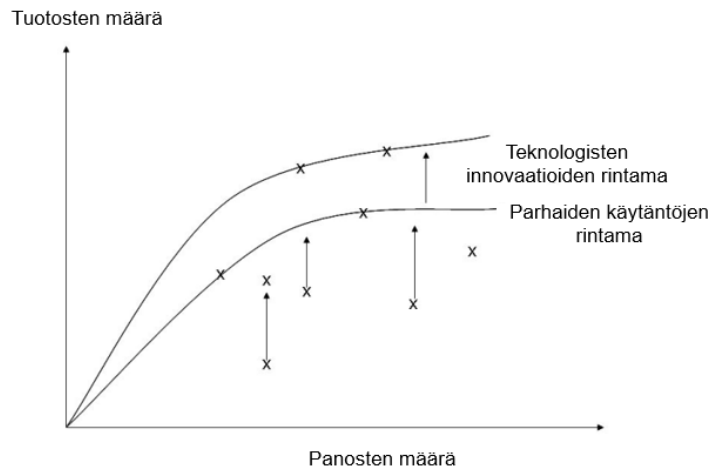
Tuottavuuden kasvulla tarkoitetaan tuottavuuden kasvua tietyssä ajanjaksona verrattuna tuottavuuteen edellisellä ajanjaksolla (Stevenson 2018, s. 56). Tuottavuuden kasvun laskentamenetelmä on esitetty alla kaavana 4, jonka avulla tulokseksi saadaan tuottavuuden kasvuprosentti.

$$\text{TUOTTAVUUDEN KASVU} = \frac{\text{NYKYINEN TUOTTAVUUS} - \text{AIEMPI TUOTTAVUUS}}{\text{AIEMPI TUOTTAVUUS}} \times 100 \quad (4)$$

Teoriassa tuottavuutta voidaan parantaa kasvattamalla kaavan 1 mukaista tuotos-panos-suhdetta. Vertaillen tuottavuutta aiempiin tuloksiin, tuottavuuden kasvu voi näkyä muutoksina tuotos-panos-suhteessa alla esitetyillä viidellä tavalla (Ruch 1982, s. 419).

- (1) Tuotos kasvaa nopeammin kuin panokset; ”hallittu kasvu”
- (2) Panokset laskevat enemmän kuin tuotokset (esimerkiksi tehottoman tehtaan sulkeminen); ”hallittu lasku”
- (3) Sama tuotosmäärä tuotetaan vähemmällä panoksilla; kustannusvähennykset ja suurempi tehokkuus
- (4) Enemmän tuotoksia samoilla panoksilla; työskentely älykkäämmin
- (5) Ideaali; Suhteen maksimikasvu yhdistelemällä ylempiä tapoja

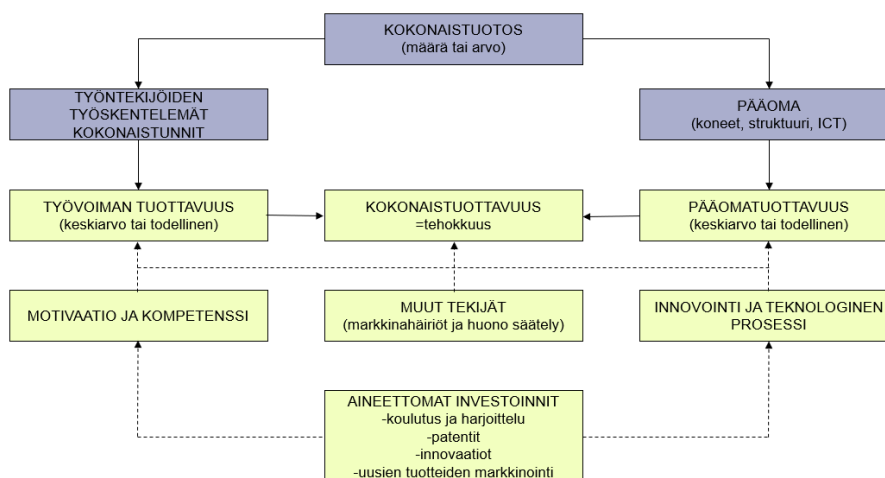
Tuottavuutta ja sen kasvua voidaan kuvata kuvan 2.12 mukaisella tuotantokuvaajalla. Parhaiden käytäntöjen rintama kuvaa suurinta mahdollista tuotosmäärää saatavissa olevilla panoksilla ja tuotantotekniikoilla. Tällä rintamalla kaikissa pisteissä toiminta on sekä operatiivisesti että teknisesti tehokasta. Rintaman alapuolella olevissa pisteissä tuottavuutta voidaan parantaa kahdella tavalla; poistamalla operatiivista tehottomuutta ja siirtymällä parhaiden käytäntöjen rintamalle tai luomalla uusia teknologisia innovaatioita, mikä siirtää rintamaa ulospäin. (Viitamo 2007, s. 8–9).



Kuva 2.12 Tuottavuus ja operatiivinen tehokkuus (mukaillen Viitamo 2007, s. 9).

Yrityksen tuottavuutta voidaan kehittää monesta näkökulmasta. Tuottavuuden parantamisen kannalta olennaista on kyky mitata tapahtuvia muutoksia. Yleisesti suorituskky on parempi, kun sitä mitataan. Systemaattiseen tuottavuuden parantamiseen on useita keinoja ja perusprosessi voidaan jakaa neljään vaiheeseen: mittaaminen, arviointi, suunnittelu ja parannus. (Hannula 1998, s. 32–33). Mittaaminen, arviointi ja kehittäminen ovat tärkeitä tuottavuusesteiden poistamiseksi.

Alla olevan kuvan 2.13 mallilla kuvataan tekijöitä, jotka vaikuttavat tuottavuuteen. Jo hyvin tunnettuja tuottavuuden kasvuun vaikuttavia tekijöitä ovat investoinnit laitteisiin ja koneisiin sekä työntekijöiden määrä ja heidän työtuntinsa. Muita aineettomia tekijöitä ovat muun muassa työvoiman koulutus ja investoinnit teknologioihin, jotka auttavat parantamaan tehokkuutta sekä kehitys johdollisissa ja yrityksellisissä tekijöissä. (Van Ark et al. 2007, s. 3). Kuvan alareunassa on kuvattu motivaation ja kompetenssin vaikutusta työvoiman tehokkuuteen. Luontaiseen motivaatioon on kuitenkin vaikea vaikuttaa ja kompetenssin parantaminen vaatii panostusta koulutukseen (Van Ark et al. 2007, s. 5).



Kuva 2.13 Tuottavuuden kehitykseen vaikuttavat tekijät (Van Ark et al. 2007, s. 4).

Rantanen et al. (2015, s.40–41) tekemän tutkimusraportin mukaan tuottavuuteen liittyvässä osaamisessa on tapahtunut merkittävä muutos vuosien 1997–2014 välillä. Aiemmin työntekijöiden osaamisen ja koulutuksen puutteet nähtiin suurempana esteenä toiminnan kehittämiseksi kuin esimiesten. Nykyään tilanne on päinvastainen. Yksi nykyajan liiketoimintaympäristöjen tunnuspiirteistä on ennustettavuuden heikkeneminen. Digitalisoituminen muiden tekijöiden ohella on saanut aikaan muutosten nopeutumisen, ja yhteydet asioiden välillä ovat lukumääräisesti lisääntyneet, mikä kasvattaa monimutkaisuutta. Näihin haasteisiin vastaaminen edellyttää panostusta myös osaamisen kehittämiseen.

Merkkejä matalasta tuottavuudesta ovat muun muassa pitkä läpäisy aika, virheelliset tuotteet, laite- ja konehäiriöt, myöhässä olevat tilaukset, asiakkaiden reklamaatiot ja työtapaturmat (Uusi-Rauva 1997, s. 69). Huomion kiinnittäminen näihin tunnusmerkkeihin voi olla avaintekijä tuottavuuden parantamiseksi. Tuottavuuden kehittäminen sokeasti ottamatta huomioon sen vaikutuksia tuotantoyrjestelmiin ei ole tavoiteltavaa (Misterek et al. 1992). Muita esimerkkejä konkreettisista tavoista parantaa suoraan tuottavuutta ovat tuottavuusmittareiden luonti kaikille yrityksen toiminnoille, kokonaistuottavuuteen vaikuttaminen selvittämällä kriittisimmät osa-alueet, työntekijälähtöinen ideointi ja yritysten välinen vertailu, järkevien tuottavuustavoitteiden asettaminen, johdollinen tuki ja kannustus tuottavuuden kehittämiseksi ja parannusten julkistaminen. (Stevenson 2018, s. 61–62).

Tutkimuskysymyksen neljä tavoitteena oli määritellä avaintekijöitä ja tuottavuusesteitä. Tuottavuusesteiksi kutsutaan eri tekijöitä, jotka voivat ehkäistä tai hidastaa tuottavuuden kehittymistä. Osa näistä esteistä voi johtaa siihen, että toiminnan tehostamiseen ja tuottavuuden parantamiseen tähtääviin toimenpiteisiin ei ryhdytä lainkaan. Tuottavuusesteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään – sisäisiin, ulkoisiin ja yleisiin tuottavuusesteisiin. Sisäiset esteet ovat luonnollisesti asioita, jotka ovat organisaation sisällä ja sen omien toimenpiteiden vaikutuspiirissä. Tyypillisesti tällaisia esteitä ovat tuotantovälineisiin ja henkilöstöön liittyvät tekijät. (Rantanen et al. 2015, s. 14–15). Tässä työssä keskitytään näihin sisäisesti tuottavuuteen vaikuttaviin kehitystekijöihin. Rantanen et al. (2015, s.15) mukaan ulkoiset esteet taas ovat organisaation ulkopuolella olevia tai sieltä tulevia asioita, kuten lainsäädäntö. Yleisiin tuottavuusesteisiin kuuluu esimerkiksi se, miten tuottavuus käsitteenä ymmärretään, mikä ei sisälly sisäisiin tai ulkoisiin tekijöihin.

Yhteiskunnan tulee tarjota edellytykset, puitteet ja mahdollisuudet tuottavuuden kasvulle sekä kannustaa sääntelyn sijaan. Tämä vaatii lisäksi yrityksiltä käytännön tuottavuuden kehitystyötä työpaikoilla sekä panostusta henkilöstön osaamiseen ja kehittämiseen. Tähän sisältyy jatkuva uusien ideoiden ja innovaatioiden etsintä, uudenlaiset toimintatavat,

prosessit ja työmenetelmät sekä kannustava johtaminen tuettuna kehitystä edistävällä palkitsemisella. (Rantanen et al. 2015, s.41). Tuottavuus ja yleisesti kasvu ovat tärkeitä sekä liiketoiminnan että yksittäisen yrityksen tasolla, sillä tuottavuuden ollessa parempi verrattuna muihin, yrityksellä on kilpailullinen etu. Tämä johtaa parempiin myyntitulokuihin, suurempiin voittoihin ja työmahdollisuuksiin. Tuottavuus vaikuttaa myös yksilöihin ja elämänlaatuun sekä koko organisaation kehitykseen. (Modara & Al-Tahoo 2017, s. 1254).

3. KÄYTÄNNÖN OSUUS – NYKYTILA-ANALYYSI

Tästä luvusta alkaa tutkimuksen käytännön osuus, joka perustuu kohdeyrityksessä tehtyyn nykytila-analyysiin. Nykytila-analyysin tarkoituksena oli kuvata yrityksen tämän hetkistä toimintaa ja löytää tällä hetkellä sitä hidastavia tekijöitä. Analyysi toteutettiin sopivimmiksi tutkimusmenetelmiksi valittujen haastattelun ja kyselyn avulla. Aliluvuissa 3.1–3.3 käydään läpi yrityksen toimintaperiaatetta tietojärjestelmien ja tuottavuuden näkökulmista, nykytila-analyysin käytännön toteutusta sekä sen tulostenkäsittelymenetelmää.

Kohdeyrityksen toiminnan tarkastelun yhteydessä vastataan ensimmäiseen tutkimuskysymykseen liittyen tietojärjestelmillä kerättävään dataan. Teoriaosuuden ensimmäisessä aliluvussa 2.1 tuotannon tietojärjestelmien yhteydessä tarkasteltiin jo yleisellä tasolla, mitä tarkoitusta varten toiminnan- ja valmistuksenohjausjärjestelmät on kehitetty. Tässä luvussa tutkimuskysymyksen tarkastelussa siirrytään lähemmäs kohdeyritystä.

3.1 Työn kohdeyrityksen toiminta

Tämän työn kohdeyritys on suomalainen, prosessiteollisuudelle laitteita valmistava yritys. Tehtaalla, jonka kokoonpanolinjojen tuottavuutta ja järjestelmiä tässä työssä tutkitaan, valmistetaan sekä linja- että paikkakokoonpanossa suuria koneita. Linjamaisessa loppukokoonpanossa valmistetaan kymmentä pienempää konetta, joista suuri osa on osiltaan vakiokoneita. Paikkakokoonpanossa valmistettavat koneet taas ovat kooltaan suurempia ja ne ovat useammin erilaisilla optioilla räätälöityjä. Samassa tehtaassa kokoonpannaan myös moottoreita sekä erilaisia osakokoonpanoja koneita varten. Linjakokoonpanon osakokoonpanot ja moottorit kootaan samassa hallissa loppukokoonpanon ohella ja vastaavasti paikkakokoonpanon tapauksessa. Kaikki alikokoonpanot yhdistetään lopulta valmiiksi tuotteeksi. Usein sekä paikka- että linjakokoonpanossa samat henkilöt kokoavat koneen alusta loppuun eli linjalla työntekijät siis siirtyvät koneen mukana aina seuraavalle asemalle. Tehtaan tuottavuudessa huomioidaan itse kokoonpanolinjojen lisäksi vielä tuotteen koekäyttö, maalaus ja pakkaus. Lisäksi koekäytössä ilmaantuneet ongelmat ja virheet korjataan ennen maalausta korjausvaiheella, millä on myös vaikutusta tehtaan kokonaistuottavuuteen. Kaikkien näiden vaiheiden pohjalta muodostetaan tehtaan tuottavuusluvut.

Kummankin linjan tuotantoa valvotaan ja ohjataan MES-valmistuksenohjausjärjestelmällä. Toimistossa työn etenemistä voidaan seurata MES-järjestelmän visualisointinäyt-

töjen avulla, joissa tuotantotilaukset etenevät linjan layoutia vastaavassa mallissa. Visualisoinnin avulla havainnollistetaan koottavan koneen mallia, koneen sijaintia, kokoonpanovaiheiden tilannetta ja vaiheella työskenteleviä henkilöitä. Lisäksi visualisointi osoittaa värein, onko koneen vaihe aikataulussa vai myöhässä. Sekä osakokoonpanot, moottorit, loppukokoonpanot että loppuvaiheet on visualisoitu, jotta niiden aikatauluja voidaan vertailla.

Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä tavoitteena oli määrittää data, jota tietojärjestelmillä käsitellään. Kohdeyrityksessä valmistuksenohjausjärjestelmää käytetään tuotannon tasolla ja sen avulla kerätään ja varastoidaan sarjanumeroita ja muita laatukysymyksiä, virheraporttitietoja ja asennuskuvallisia kokoonpanon vaiherakenteita. Asentajat syöttävät sarjanumerot suoraan niitä pyytävillä vaiheilla. Sarjanumerot tallentuvat MES-järjestelmään sarja- ja tilausnumeroittain. Vastaavasti järjestelmä kysyy erilaisia laatukysymyksiä tietyillä vaiheilla varmistaakseen, että jokin toimi on tehty tai tarkistettu. Esimerkki laatukysymyksestä on kysymys ”Onko kotelotäyttö tehty?”, johon asentaja vastaa myöntävästi tai kieltävästi. Näiden sarjanumeroiden ja laatukysymysten pohjalta voidaan koota konekortteja ja erilaisia pöytäkirjoja. Asentajien tekemät virheraportit tallentuvat myös järjestelmään ja niitä voi tarkastella vielä pidemmänkin ajan jälkeen. Virheraportit voivat olla laatupoikkeamia, kehitystarpeita tai ohjepuutteita, osapuutteita tai muita logistisia ongelmia, suunnittelun poikkeamia, asennusvirheitä tai asiakastarpeista johtuvia muutoksia. Näiden kategorioiden mukaan virheraportit ohjautuvat oikealle vastaanottajalle. Lisäksi MES-järjestelmän avulla on rakennettu jokaiselle vakiokonemallille oma kokoonpanovaiheiden rakenne. Vaiheet on jaettu asemoittain ja jokaiselle vaiheelle on linkitetty sen suorittamiseen tarvittavat työohjeet. Rääpälikoneiden kohdalla järjestelmässä on vain päävaiheet, jolloin kokoonpanoa ohjaava rakenne ei ole yhtä tarkka. Asentajien tehtävä on manuaalisesti kuitata vaiheet valmiiksi.

Valmistuksenohjausjärjestelmää hallinnoidaan suurelta osin ERP-järjestelmän kautta. Tuotannonsuunnittelu toteutetaan ERP-järjestelmän avulla ja koneiden järjestys ja tiedot sekä kone- ja revisiokohtaiset kokoonpanovaiheet siirtyvät ERP-järjestelmästä valmistuksenohjausjärjestelmään. Esimerkiksi myöhemmin työssä esiintyvät datavirheet koneiden kokoonpanon vaiheistuksessa kulkevat ERP-järjestelmän vaiheistuksen pohjalta MES-järjestelmään, jolloin niiden korjaus täytyy tehdä ERP-järjestelmässä, jotta vaiheet ovat oikein myös MES-ohjelmassa. Päinvastaiseen suuntaan MES-järjestelmästä ERP-järjestelmään taas kulkee tieto esimerkiksi työvaiheiden päättämisestä ja koneiden valmistumisesta sekä työntekijöiden tunneista.

ERP-järjestelmän sisältämää tietoa on materiaalihallinnan osalta data uusista materiaaleista, materiaalien sijainnista ja varastosaldoista. Lisäksi ERP sisältää Master Routingin

ja Master osaluettelon (engl. Bill Of Materials, BOM) eli tuotteiden valmistusvaiheet, rakenteen ja osat. Näitä voidaan myös päivittää järjestelmän kautta. Ensimmäiset koneiden sarjanumerotiedot kirjataan myös ERP-järjestelmään kuten myös valmistuneet vaiheet ja koneet. Valmistumisia kirjataan muun muassa kokoonpanovaihekohtaisesti, teknisen valmistumisen ja lopullisen valmistumisen osalta. Aikataulujen näkökulmasta ERP-järjestelmän kautta hallinnoidaan tehdaskalenteria, josta on nähtävillä päivät, joina tehdas on toiminnassa, ja myös kokoonpanopaikkojen aukioloaikoja. Tuotannon kapasiteettia hallinnoidaan myös järjestelmän avulla työnjohtajien toimesta eli he määrittelevät tarvittavat miestunnit ja tarpeellisuuden vuorotyölle. Alla olevassa taulukossa 4 on vertailtu MES- ja ERP- järjestelmien tietoa yleisellä ja kohdeyrityksen tasolla.

Taulukko 4. MES- ja ERP- järjestelmien sisältämä tieto.

Taso	MES	ERP
Yleinen	-Materiaali-, tuote-, tarvike-, aika- ja kustannusdata -Tuotantotieto -Resurssit -Kunnossapitotieto -Laatutieto -Tuotannon tarkka aikataulu -Varastotieto -Työvoiman hallintatiedot (Souza das Neves et al. 2014, s. 4, Järvenpää & Lanz 2014, ANSI/ISA-95.00.03-2005 mukaan, MESA International 1997)	-Master Data -Toimitusketjun tiedot -Projektitiedot -Aikataulut ja tuotannon tuotteiden ohjaus -Talousraportit -Myynti- ja markkinointitiedot -Henkilöstötiedot -Tuotannonsuunnittelutiedot -Varastotiedot (mukaillen Stevenson s. 522, Leanware 2019)
Kohdeyritys	-Sarjanumerotiedot -Laatukysymykset -Virheraportit -Asennuskuvalliset vaiherakenteet -Asentaessa tehdyt mahdolliset muutokset	-Data uusista materiaaleista, materiaalien sijainnista ja varastosaldoista -Master Routing ja BOM -Valmistuneet vaiheet ja koneet -Tehdaskalenteri -Tuotannon kapasiteetti

Siirryttäessä tuottavuuteen, kohdeyrityksen tuottavuuden laskentamalli poikkeaa teoriaosuudessa käsitellystä kaavasta, kuten aiemmin jo mainittiin. Tuottavuus lasketaan ennalta määriteltyjen standardituntien suhteena toteutuneisiin, työvoiman työskentelemiin kokonaistunteihin. Yrityksessä tuottavuuden laskenta siis perustuu työvoiman suorituskykytasoon ja osittain teoriaosuudessaakin mainittuun muutoksen mittaamiseen. Standarditunnit pidetään toistaiseksi tietoisesti vakiona, jotta muutosta voidaan seurata. Tällä tavalla laskettuna yrityksen tuottavuus voi siis olla yli sata prosenttia, kun toteutuneet tunnit vähenevät ja standarditunnit pysyvät vakioina. Tuottavuuden laskentamenetelmän toimivuutta käsitellään tarkemmin nykytila-analyysin yhteydessä, kun haastateltavien

mielipiteet mittauksen toimivuuteen liittyen on kerätty. Tuottavuus on nostettu kohdeyrityksen yhdeksi tärkeimmäksi tavoitteeksi, sitä on visualisoitu PowerBI-ohjelman avulla ja sen suhteen on asetettu tavoitteita, jotka on tarkoitus saavuttaa. Myös bonusjärjestelmään on integroitu tuottavuusosuus, jossa palkitseminen perustuu tietyn tuottavuustason saavuttamiseen. Tuottavuuden kehitystavoitetta on pidetty pinnalla ja sitä on pyritty tietoisesti parantamaan jo pidemmän aikaa.

3.2 Nykytila-analyysin toteutus

Työn tavoitteena on löytää ratkaisuja, joiden avulla voitaisiin nostaa tuotannon tuottavuutta ja saavuttaa tuottavuustavoite. Näiden ratkaisujen pohjaksi haluttiin selvittää ja hahmotella, millainen tilanne yrityksessä vallitsee nyt ja sen selvittämiseen hyödynnettiin nykytila-analyysia. Nykytila-analyysin toimihenkilöiden haastatteluiden ja kyselyn avulla voitiin nostaa esille myös henkilöstön ajatuksia ja näkökulmia, sillä tuottavuuden ja järjestelmien kehitys on paljolti henkilöstöriippuvaista muita tekijöitä unohtamatta.

Ennen haastatteluja ja kyselyä niistä pidettiin kohderyhmälle lyhyt infotilaisuus. Infossa käytiin aluksi läpi tutkimuskysymyksiä ja tutkimuksen kulkua sekä perusteltiin kohderyhmälle sitä, miksi työ on haluttu tehdä. Lisäksi käytiin läpi haastattelujen käytännön toteutus ja se, mitä niiden avulla halutaan selvittää ja miten niitä hyödynnetään tutkimuksessa. Tilaisuus käytettiin myös hyväksi haastattelukysymysten esittelemiseksi. Haastattelukysymykset esiteltiin lyhyesti muutamalla kalvolla eikä kohderyhmä nähnyt niitä kuin seuraavan kerran haastattelutilanteessa. Kysymykset haluttiin kuitenkin näyttää tässä vaiheessa, jotta aiheesta saataisiin enemmän tietoa ja haastateltavilla oli mahdollisuus valmistautua halutessaan hieman. Lyhyelläkin silmäyksellä näki aihealueen kokonaisuutena ja teemoja pystyi pohtimaan alustavasti. Kysymyksiä päätettiin olla jakamatta kirjallisena etukäteen, koska haastateltava ryhmä tekee suuren osan töistä yhdessä ja heillä olisi ollut mahdollisuus pohtia vastauksia etukäteen toistensa kanssa. Tämä haluttiin välttää jokaisen oman mielipiteen esiintuomiseksi. Lopuksi infossa käsiteltiin tutkimuksen tavoitteita ja sitä, miten tuloksia on tarkoitus hyödyntää.

Pyrkimyksenä oli päästä tekemään haastattelut yhden viikon aikana, mutta haastateltavien lomien vuoksi osa haastatteluista toteutettiin vasta seuraavalla viikolla. Kaikki haastattelut ja kyselyt toteutettiin paikan päällä yksittäishaastatteluina. Haastattelua varten oli varattu tunti ja yhdessäkään haastattelussa ei menty yliajalle eikä haastattelua keskeytetty ajan loppumisen vuoksi. Haastattelut pidettiin rauhallisessa tilassa, jossa muiden ei ollut mahdollista kuulla vastauksia. Haastateltavalta kysyttiin avoimet kysymykset järjes-

tyksessä ja vastauksista kirjattiin samalla muistiinpanot. Kysymykset annettiin haastattelavalle listana, jotta hänellä oli mahdollisuus lukea kysymys uudelleen tarvittaessa ja seurata haastattelun etenemistä. Haastateltavien vastauksia käsiteltiin anonymisti, joten mitään vastaajien tietoja ei kysytty tai kerätty talteen. Kun haastatteluosuus oli käyty läpi, jokaiselle haastateltavalle lähetettiin erikseen kysely sähköpostiin ja he vastasivat siihen samalla kertaa omalla tietokoneellaan. Kysely toteutettiin Google Forms-lomakkeen avulla, johon myös vastaustiedot tallentuivat. Kyselyyn vastaaminen kesti korkeintaan viisi minuuttia. Haastattelu ja kysely oli mahdollista yhdistää toisiinsa haastateltavan numeron perusteella, mikäli se koettaisiin tärkeäksi esimerkiksi saman henkilön vastauksia verrattaessa.

Jokaisen haastattelukysymyksen kohdalla vastaajan oli mahdollista tulkita kysymys omalla tavallaan. Mikäli kysymyksessä haluttiin mielipide johonkin tiettyyn asiaan, saatettiin esittää muutama tarkentava kysymys. Haastattelua varten oli kehitelty muutamia lisäkysymyksiä, joita voitiin kysyä, jos haastateltavalla ei ollut varsinaiseen kysymykseen liittyen paljoa sanottavaa. Nämä lisäkysymykset saattoivat johtaa keskustelua haastattelijan määrittelemään suuntaan, mutta niiden avulla saatiin aikaan keskustelua jokaisesta kysymyksestä. Haastateltavien vastauksiin pohjautuen kysyttiin myös tarkennuksia ja perusteluja, mikä oli mahdollista näin avoimessa haastattelussa.

Osa kysymyksistä vaati lisäksi tietoa yrityksen tavoitteista liittyen tietojärjestelmiin ja tuotavuuteen. Esimerkiksi kysyttäessä tuottavuustavoitteesta, vastaajan tuli ensin tietää mikä tavoite oli. Mikäli näin esitetty kysymys ei ollut selvä, sitä tarkennettiin tarvittaessa. Myös tapauksissa, joissa vastaaja kysyi suoraan mitä kysymyksellä tarkoitetaan, hänelle vastattiin. Tämän tyyppisten kysymysten tarkoituksena oli selvittää, kuinka selkeitä yrityksen tavoitteet työn aihepiireihin liittyen olivat haastateltaville. Mahdollinen tietämättömyys tavoitteista kirjattiin myös ylös.

3.3 Nykytila-analyysin tulostenkäsittelymenetelmä

Tutkimuksen haastatteluista tehtiin vastaajakohtaiset muistiinpanot Word-dokumentteihin. Haastattelumuistiinpanot numeroitiin juoksevasti ja samoin kyselyvastaukset. Kyselyn tulokset saatiin siirrettyä suoraan Google Forms-ohjelmasta Exceliin, missä niitä voitiin muotoilla. Haastatteluun ja kyselyyn vastanneiden henkilöiden vastauksia käsiteltiin

objektiivisesti, anonymisti ja puolueettomasti. Haastattelija ei siis ottanut kantaa vastauksiin eikä hyödyntänyt omaa näkemystään. Kaikkien haastateltavien vastaukset olivat tasavertaisia ja jokaisen vastauksia huomioitiin yhtä paljon.

Seuraavan luvun aliluvuissa 4.1 ja 4.2 on käyty läpi haastattelujen ja kyselyn tulokset. Haastatteluiden osalta kirjatusta muistiinpanoista koottiin tekstikokonaisuuksia. Haastattelukysymykset oli laadittu valmiiksi luonnollisesti etenevään järjestykseen ja vastauksia käsiteltiin myös tässä järjestyksessä. Haastateltavien ja vastausten melko pienen määrän vuoksi vastauksia tarkasteltiin hyvin yksityiskohtaisesti ja yhden henkilönkin mainitsemia huomioita nostettiin esiin. Kvalitatiiviset haastattelukysymykset ovat työn liitteenä A.

Excelissä kyselyn tuloksille laskettiin ensimmäiseksi kysymyskohtaisesti eri vastausvaihtoehtojen kokonaismäärät. Näille laskettiin samalla myös prosenttiosuudet. Näiden tietojen pohjalta jokaisen kysymyksen vastauksista muodostettiin pylväsdiagrammi havainnollistamaan vastausten jakautumista ja määriä. Nämä kolmetoista pylväsdiagrammia on esitetty liitteessä C. Yhteenveto kaikkien vastausten määristä on esitetty luvussa 4.2. Vastauksien pohjalta laskettiin myös määrällisen analyysin mukaiset sijaintiluvut aritmeettinen keskiarvo ja moodi. Keskiarvo ja moodi laskettiin erikseen sekä kaikille vastauksille että linja- ja paikkakokoonpanon vastauksille. Haastateltavan numeron perusteella oli selvillä, kuuluiko hän paikka- vai linjakokoonpanon ryhmään. Sijaintiluvut laskettiin erikseen kummallekin osastolle, jotta saataisiin esiin mahdolliset eroavaisuudet osastojen välillä. Analyysitaulukot on esitetty aliluvussa 5.1.

Vastausvaihtoehdoissa kolme ja neljä vastaavat mielipidettä täysin tai melko hyvin, usein, paljon tai olennaista. Vastausvaihtoehdot yksi ja kaksi taas vastaavat mielipidettä täysin tai melko huonosti, harvoin, vähän tai epäolennaista. Keskiarvojen kohdalla on ajateltu, että keskiarvo, joka on alle 2,5 vastaa negatiivisen puolella olevaa yleismielipidettä ja keskiarvo, joka on yli 2,5 vastaa positiivisen puolella olevaa yleisajatusta. Kyselyn tulosten perusteella oli mahdollista priorisoida ja hahmottaa kehitysehdotusten tärkeyttä selkeämmin kuin haastattelun vastausten perusteella. Kvantitatiiviset kyselykysymykset ovat työn liitteenä B.

4. NYKYTILA-ANALYYSIN TULOKSET

Tässä luvussa on esitelty kohderyhmän haastattelujen ja kyselyn tulokset. Tulosten läpikäynti on aloitettu käymällä läpi kolmentoista haastattelun vastaukset. Ensin on käsitelty seitsemää kysymystä liittyen tietojärjestelmiin ja tämän jälkeen toista seitsemää kysymystä liittyen tuottavuuteen. Vastaukset on kirjoitettu suoraan muistiinpanojen pohjalta ja niistä on muodostettu luvun 4.1 loppuun yhteenvetotaulukko, josta kokonaisuuden voi hahmottaa helpommin.

Kyselyn osalta tulokset on esitetty samalla periaatteella kuin haastattelujen kohdalla. Yhteenvetotaulukko vastausten prosenttiosuuksista on koottu lukuun 4.2. Nykytila-analyysin tulosten pohjalta voitiin nostaa esille haasteita ja muodostaa kokonaiskuva nykytilasta tuotannon työntekijöille. Haastatteluissa kohderyhmä pystyi vastaamaan avoimesti, kun taas kyselyn teki merkitykselliseksi sen mahdollistama mielipiteiden ja ongelmien painotus.

4.1 Nykytila-analyysin haastattelutulokset

Ensimmäisillä haastattelun tietojärjestelmäkysymyksillä oli tarkoitus selvittää haastateltavien tarvitsemaa dataa ja sen laatua yrityksessä käytettävissä MES- ja ERP-järjestelmissä. MES-järjestelmän ominaisuuksista käytetään selkeästi eniten visualisointia ja virheraportteja. Päivittäisessä toiminnassa visualisoinnin avulla seurataan töiden etenemistä ja työntekijöiden työleimausta ja töihin saapumista. Töiden etenemistä on mahdollista seurata valmistuneiden vaiheiden, koneen fyysisen sijainnin ja asetetun aikataulun perusteella. Visualisoinnista voidaan myös varmistaa, ovatko koneet ja henkilöt oikeassa paikassa fyysisesti sekä järjestelmässä. MES-järjestelmän visuaalinen tieto koettiin myös reaaliaikaisemmaksi ja sen avulla seurataan vaiheiden valmistumista, sillä koneet eivät usein ole ERP-järjestelmän aikataulussa. Lisäksi työntekijöiden leimaamista koneille seurataan osittain visualisoinnin kautta, sillä MES-järjestelmään kuuluu leimausominaisuus, jonka perusteella työntekijät näkyvät visualisoinnissa. Leimausominaisuuden käytössä on havaittavissa eroavaisuuksia kokoonpano-osastojen välillä. Linjakokoonpanossa leimaaminen MES-järjestelmän kautta on kaikilla asentajilla käytössä, mutta paikkakokoonpanossa ei. Tämä vaikuttaa paikkakokoonpanon visualisoinnin luotettavuuteen ja paikkansapitävyyteen.

Kuten mainittu, MES-järjestelmän ominaisuuksiin kuuluvat myös virheraportit, joita työntekijöiden on mahdollista tehdä erilaisissa virhetilanteissa. Virheraportit voidaan osoittaa

esimerkiksi laatuosastolle, tuotannonsuunnitteluun, työjohtoon tai kehitysinsinööreille. Mikäli raportteja ei kohdisteta tuotannon toimistoon, ovat ne muistutuksena tuotannossa toisille asentajille esimerkiksi tarvittavista korjaustöistä tai tehdyistä muutoksista. Toimistoon kohdistettuja virheraportteja seuraavat toimihenkilöt ja niiden korjaamiseksi tehdään tarvittavat toimenpiteet. Kun virheeseen on löydetty ratkaisu, virheraportti voidaan kuitata järjestelmässä valmiiksi. Virheraporttien pohjalta koostetaan myös yrityksen valmistumisraportteja. Useassa haastattelussa todettiin kuitenkin, että usein niin visualisoinnin kuin virheraporttienkin kohdalla koneiden ja henkilöstön tilanne sekä mahdolliset ongelmat ovat jo tiedossa tuotannon fyysisen seurannan perusteella. Tuotannon toimihenkilöt viettävät suuren osan työajastaan myös paikan päällä tuotannossa seuraten tilannetta ja ratkoen ongelmia. Tästä johtuen virheraporttien ja visualisoinnin seuraamisaste riippuu suuresti myös henkilön työtehtävistä.

ERP-ohjelmasta seurataan päivittäin aloituksia, työjonoa, kuormaa sekä koneiden teknistä valmistumista. Työnjohtajat avaavat työvaiheita, jotta niille voidaan tuoda materiaalit, vaiheen työ voidaan aloittaa ja kone siirtyy MES-järjestelmään. Lisäksi ERP-järjestelmästä voidaan etsiä materiaaleja ja seurata tarvittavien tai puuttuvien osien varastotilannetta, keräilyä ja saapumisaikataulua sekä allokoida materiaaleja vaiheille ja seurata imuohjausta. Lisäksi ERP-järjestelmän kautta tarkastellaan koneiden rakenteita, vaiheita ja erityisesti erilaisia konfiguraatioita. Konfiguraatiovaihtoehdot eivät näy tällä hetkellä MES-järjestelmästä konetta koottaessa ja niitä tulee seurata muuta kautta. Konfiguraatioiden kohdalla seurataan myös harvinaisempien osien saatavuustilannetta. Muina ominaisuuksina järjestelmästä voidaan tulostaa esimerkiksi erilaisia työpapereita, kuten työmääräimiä. Kuten MES-järjestelmän kohdalla, myös ERP-järjestelmän käyttö riippuu suuresti henkilön työtehtävästä. Osassa työtehtävistä ERP-ohjelmaa käytetään enemmän tiedonhakuun, mutta toisissa taas uuden tiedon luomiseen ja kirjaamiseen. Syötettävään tietoon kuuluvat esimerkiksi kapasiteettimäärät, henkilömäärät ja muiden käytettävien resurssien määrät sekä tilauksenkäsittelystä tulevat uudet tilaukset. Tuotannonsuunnittelulle olennaista on myös seurata myynti- ja ostotilauksia sekä vaihtuvia nimikkeitä.

Kohdeyrityksessä ERP-järjestelmän datan visualisoimiseksi käytetään pääasiassa muita järjestelmiä. Näitä muita järjestelmiä tarkemmin käsittelemättä visualisoinnit esittävät muun muassa tunteja, sisäistä toimitusvarmuutta, läpimenoaikaa, koneiden valmistumisaikataulua ja valmistuneita koneita sekä virheraporttien määrää. Esimerkiksi koneiden

valmistumista voidaan seurata yksinkertaisella visualisoidulla listalla, jossa aikataulussa olevat koneet on merkitty vihreällä ja myöhässä olevat punaisella.

Datan laatu, joka määriteltiin sen johdonmukaisuutena, oikeutena ja täydellisyytenä koettiin haastatteluissa melko hyväksi, vaikka paljon ilmeni myös erilaisia ongelmia. MES-järjestelmän tieto koettiin reaaliaikaisemmaksi, vaikka sekin vanhentuu nopeasti, jos esimerkiksi virheraportit ovat hoitamatta pitkän aikaa. MES-ohjelman tiedon voidaan katsoa olevan vanhaa myös sen vuoksi, että asiat ovat tulleet jo aiemmin tuotannossa esille ja virheraportit on tehty vasta myöhemmin. Virheraportteja jo hoidetuista ongelmista on paljon järjestelmässä johtuen muiden tehtävien priorisoinnista ja raporttien kokemisesta joissain tapauksissa turhiksi. Yksi olennainen datavirhe virheraportteihin syntyy, jos niitä tehdään vääriltä vaiheilta. Järjestelmä kirjaa vaiheen, jolla raportti tehdään ylös ja usein se ei pidä paikkaansa, kun vaiheilta raportoidaan myöhässä muiden vaiheiden ongelmia. Tämä johtaa siihen, että virheraporttia on vaikea yhdistää sen ilmenemisvaiheeseen. Esimerkkinä tällaisesta tapauksesta on virheraportti puuttuvasta hyllyynkantomateriaalista, joka on raportoitu väärältä vaiheelta. Tällaisessa tapauksessa raporttia korjattaessa materiaaleja voidaan raportin pohjalta pyytää väärään paikkaan.

Lisäksi toisella kokoonpano-osastolla MES-järjestelmän rakenteissa koettiin olevan jonkin verran hankaluuksia. Erityisesti räätälikoneiden kohdalla vaiheistuksessa on vain päävaiheet eikä alivaiheita, jolloin asentajilla ei ole tietoa vaiheiden määrästä tai ajasta, milloin siirtyä vaiheelta seuraavalle. Lisäksi räätälikoneiden kohdalla on vaikea määritellä vaiheiden pituuksia ja vaiheet voivat olla hyvin pitkiä. Vaiheille kertyy suuria määriä tunteja ja tekeminen on hidasta. Räätälikoneiden kohdalla vaiheiden välillä siirtyminen vaatii erilaista johtamista ja kertyvillä tunneilla on myös suora vaikutus myöhemmin käsiteltävään tuottavuuteen.

ERP-ohjelman kohdalla vastausten välillä oli suurempaa vaihtelua. Osa koki tiedon työhönsä nähden laadukkaaksi, kun osa taas ajatteli aivan päinvastaisesti. Suurin osa virheistä ilmenee uudelleenajoituksen, aikataulujen, materiaalien allokoinnin, vaiheistuksen ja rakenteiden yhteydessä. Virheitä ovat esimerkiksi osapuutteet tai väärät varastomäärät, uudelleenajoituksen yhteydessä vaiheita siirrettäessä sekoittuneet ajoitukset ja liian pitkät vaiheet erityisesti räätälikoneiden kohdalla. Myös ERP-järjestelmän kohdalla todettiin, että virheet johtuvat inhimillisistä tekijöistä, sillä järjestelmä ei niitä juuri tee. Virheiden mainittiin voivan olla seurausta lisäksi huonosta johtamisesta, mistä esimerkiksi on henkilön leimaaminen väärälle vaiheelle. Heikko tai epäselvä johtaminen ja ohjeistus voi johtaa virheisiin, jotka heijastuvat järjestelmiin. Esille nostettiin myös näkökulma, että oikeaa tietoa on, mutta sen löytäminen vaatii osaamista ja tulkkaminen tie-

tämystä. Oikean tiedon ylläpitämistä ja hakemista voidaan parantaa koulutuksen ja huolellisuuden avulla. Viimeisenä tässä yhteydessä mainittavana datan laatuun vaikuttavana tekijänä on kohdeyrityksessä käytettävät lukuisat järjestelmät. Eri järjestelmien tieto voi olla ristiriitaista, kun eri henkilöt seuraavat dataa eri ohjelmista ja päivittävät vain osaa järjestelmistä. Tämä johtaa siihen, että datan laatu heikkenee eikä tiedetä, mihin tietoon voi luottaa.

Kerätyn tiedon ja sen laadun jälkeen seuraavat kysymykset koskivat haastateltavien vaikuttamista datan laatuun ja datan tukevaa vaikutusta työtehtävissä. Datan laatuun koettiin vaikuttavan kahdella tavalla; korjaamalla fyysisesti datavirheitä sekä vähentämällä virheitä ennakoivalla toiminnalla. Jälleen henkilön vaikutus datan laatuun on riippuvaista henkilön työnkuvasta. Fyysisiä korjauksia ja muokkauksia ovat esimerkiksi uudelleenajoitukset, kapasiteettimuutokset, puuttuvien osien lisäys käsin, koneiden kokoonpanopaikan muutokset, uusien nimikkeiden päivitys ja lisäys sekä virheraporttien ja laatuksymysten korjaaminen MES-järjestelmässä. Lisäksi ERP-järjestelmässä korjailtiin haastattelujen mukaan esimerkiksi varastoristiriitoja ja osien allokointeja sekä tarvittaessa tehtiin muutoksia tuotantotilauksiin. Tuotantotilausten muutostarvetta voi ilmetä esimerkiksi suunnittelusta tulevien rakennemuutosten johdosta.

Ennakoivia toimenpiteitä taas ovat hyvän virheraportin tekemisen opettaminen ja pyynnöt kaikkien virhetilanteiden kirjaamisesta järjestelmään mahdollisimman tarkasti. Lisäksi yhtenä näkökulmana ilmeni omaan kokemukseen perustuvat pyrkimykset vaikuttaa datan laatuun. Tästä esimerkkinä ovat tuottavuuteen vaikuttavien vaiheajkojen muutostarpeet tuotannon havaintojen perusteella. Konkreettisenä esimerkkinä pyrkimyksestä vähentää virheitä ennakoivasti ilmeni tuotantotilausten avaaminen mahdollisimman myöhään, sillä avaamattomille tuotantotilauksille saadaan aiemmin mainitut rakennemuutokset helpommin. Avattuja tuotantotilauksia on vaikeampi korjata ja ne ovat virhealttiimpia. Kun tuotantotilaus pidetään avaamattomana mahdollisimman pitkään, vähennetään siis virheitä. Räättälikoneiden kohdalla tuotantotilaukset tulee avata kuitenkin ajoissa harvinaisempien osien saamisen vuoksi, jolloin virhealttius näillä on suurempi.

Poikkeuksetta järjestelmien tiedon koettiin helpottavan työntekoa. Nykypäivänä tuotannon tietomäärä on valtava ja monia asioita pystytään mittaamaan erilaisilla mittareilla. Myös tiedon visualisointi koettiin työntekoa helpottavaksi ominaisuudeksi. Tuotannon toiminnalle elintärkeitä tietoja ovat esimerkiksi päivämäärät ja materiaalitiedot. Konkreettisia päätöksiä, joiden tekemistä tuotantojärjestelmien tieto helpottaa ovat aloituskelpoisuuden määrittäminen ja koneiden valmistusjärjestyksen muuttaminen. Yleisesti järjestelmien tieto luo pohjaa toiminnalle ja sen pohjalta voidaan ennakoida tuotantoa. Tuotannosta kerätty tieto myös kuvaa mennyttä aikaa ja mahdollistaa parantamisen siihen

verrattuna. Tietoa historiasta olisi mahdotonta hallita ilman tietojärjestelmiä. Aiemmin yrityksessä oli ollut ongelmana myöhäinen reagointi ja puuttuminen asioihin, mutta nykyisen reaaliaikaisemman tiedon avulla toiminta on nopeampaa.

Kuten aiemman kappaleen näkökulmista käy ilmi, toisaalta tiedolla johtamisesta pidettiin ja tiedon katsottiin helpottavan päätöksentekoa, kun tavoitteet olivat henkilöillä tiedossa. Tieto koettiin osittain oikeaksi ja siihen perustuvia päätöksiä oli mahdollista tehdä. Lisäksi tieto koettiin eräänlaisena todisteena, että päätöksillä on jonkinlainen pohja. Toisaalta kuitenkin päätöksenteko tiedon pohjalta ei ole täysin yksiselitteistä ja saattaa joissakin tapauksissa monimutkaistaa tekemistä. Monen järjestelmän ristiriitainen tieto vaikeuttaa valintojen tekemistä ja mikäli tieto koettiin alun perin suurelta osin virheelliseksi, ei päätöksiäkään luonnollisesti koettu voitavan perustaa siihen. Näissä tapauksissa päätöksiä ei pystytty pohjaamaan esimerkiksi MES-järjestelmän työjonoon, kuormituskuvaajiin, jotka perustuvat tuntimääriin tai asiakasmuutosten vuoksi nopeassa tahdissa muuttuviin tuoterakenteisiin.

Viimeisissä tuotannon tietojärjestelmiä koskevissa kysymyksissä käsiteltiin MES- ja ERP-järjestelmien ominaisuuksia. Haastateltavilta kysyttiin kuinka toimivia järjestelmien ominaisuudet ovat ja mitä ominaisuuksia erityisesti MES-järjestelmään voisi lisätä, jotta se tukisi työtä paremmin. MES-järjestelmää alettiin käyttää uuden verkkoyhteyden kautta vähän aikaa sitten ja sen vuoksi järjestelmässä on ollut havaittavissa huomattavaa hidastumista erityisesti visualisoinnin käytössä. Tämä hitaus tuli esille myös useassa haastattelussa ja se vaikutti myös negatiivisesti tämän hetken käyttökokemuksiin. Hitaus ei varsinaisesti kuitenkaan ole itse järjestelmästä johtuva heikkous, vaikka sillä toki on vaikutusta käyttökokemukseen.

MES-järjestelmästä tällä hetkellä löytyvät ominaisuudet kuten visualisointi, virheraportit, työohjeet ja -kuvat sekä laatu- ja sarjanumerokysymykset koettiin tärkeiksi erityisesti tuotannossa työskentelevien asentajien näkökulmasta. Yrityksessä pitäisi kuitenkin pohtia, miten näiden toimintaa voitaisiin vielä tehostaa. Toimiston puolella MES-järjestelmästä koettiin olevan eniten hyötyä laadun ja logistiikan toiminnassa. Yleisesti MES-järjestelmän mainittiin kertovan, kuinka tekemisessä on onnistuttu tai ei ja mitä haasteita kokoonpanon aikana tuli vastaan.

Visualisoinnin hitauden lisäksi siinä havaittava heikkous on vaiheiden informatiivisuuden puute. Visualisoinnissa havainnollistetut tehdyt ja tekemättömät vaiheet eivät kerro kuinka paljon konetta on tekemättä, sillä vaiheiden kestot ovat hyvin eri pituisia. Vaikka vaiheita olisi paljon kuitattuna valmiiksi, kone saattaa olla myöhässä. Lisäksi visualisoin-

nin ulkomuoto on melko vanhanaikainen ja sen muokkaaminen on todella hidasta. Visualisointi on rakennettu taustakuvan päälle, jonka päälle lisätään laatikoita, joissa on työjonoja ja muita haluttuja tietoja. Muokkaamisen manuaalisuuden vuoksi visualisoinnista on haluttu luopua jo jonkin aikaa, mutta se on silti yhä käytössä. Visuaalisen näkymän katsottiin myös kannustavan seuraamaan tekemistä koneelta sen sijaan, että toimintaa seurattaisiin paikan päältä. Tämän näkökulman mukaan visualisointi saattaa muuttaa joidenkin työtapaa, mitä ei välttämättä koettu kovin hyväksi. Näistä heikommista ominaisuuksista huolimatta MES-järjestelmän visualisointi muodostaa kokonaisnäkymän tilanteesta ja mahdollistaa kokonaisuuden seuraamisen ja eri kokoonpanojen tilanteiden vertailun yhdellä silmäyksellä sen sijaan, että jokaista työtä seurattaisiin erikseen ja kokonaisuutta yritettäisiin hahmottaa pienemmistä osista.

Muita toteutuksessa havaittuja huonoja puolia ovat räätälikoneiden kohdalla käytettävät useat eri rakenteet. Yksittäisille prototyyppikoneille tai revision ensimmäisille koneille tehdään omat vaiherakenteet järjestelmään. Näiden rakenteiden päivittäminen MES-ohjelman kautta on työlästä, minkä vuoksi laatuksymykset tai työohjeet eivät toimi tai pidä paikkaansa erikoisempien koneiden kohdalla. Vakiokoneiden kohdalla saman revision koneille voidaan käyttää samoja vaiherakenteita ja tekeminen on selkeämpää. Laatukselyissä on vakiokoneidenkin kohdalla ongelmia ja järjestelmä ei hyvin usein kysy kysymyksiä, mikä sekoittaa toimintaa.

Virheraporttien osalta haasteellista on niiden laadun heikkous. Virheraporttia ei usein ole yhdistetty mihinkään nimikkeeseen, koska järjestelmän kautta niiden hakeminen on vaikeaa ja nimikettä ei kirjoiteta raporttiin erikseen. Nimikkeiden hakeminen on vaikeaa, koska nimikettä ei voi kirjoittaa ruutuun, vaan se pitäisi hakea valmiiden nimikkeiden listasta, joiden määrä on valtava. Vaikka virheraportit tehdään tilaus- ja vaihekohtaisesti, raporttien kuvaukset eivät ole riittäviä, sillä suurinpiirtein samaan kohtaan voidaan asentaa esimerkiksi useampi levy tai letku. Tarkan datan syöttäminen järjestelmään on siis vaikeaa juuri korkean manuaalisuuden vuoksi ja järjestelmän teknisten ongelmien sekä sekavuuden vuoksi. Nimikkeiden puuttuminen heikentää raportin informatiivisuutta suuresti, mutta myös tarkan datan puuttuessa samoja systemaattisia virheitä on mahdotonta seurata, kun raportit poikkeavat suuresti toisistaan eikä esimerkiksi nimikkeen pohjalta virheitä voida ryhmitellä tai koota. Tiedon siirtäminen MES:stä vaatii myös useampia järjestelmiä. Esimerkiksi laatuksymyksillä kerättävien sarjanumeroiden kokoaminen konekortteihin vaatii useampia järjestelmiä, kun konekorttia ei vielä saada suoraan MES-jär-

jestelmästä kerätyillä tiedoilla. Konekortin tekemistä vaikeuttaa myös jo mainittu laatukysymysten toimimattomuus, minkä vuoksi puuttuvia sarjanumeroita täytyy etsiä erikseen järjestelmästä tai fyysisesti koneesta.

Yrityksessä MES-järjestelmiin yleensä kuuluva andon-apupyynnöominaisuus on menettänyt merkitystään. Asentajien on mahdollista tehdä apupyyntö tuotannossa, mutta tällä hetkellä se vain näkyy visualisoinnissa ja mittaa pyynnöstä kulunutta aikaa. Apupyyntöihin reagointi on melko hidasta, koska sen voi huomata vain visualisoinnin kautta ja sitä ei oteta kovin vakavasti. Apupyynnön tehneellä asemalla käydään katsomassa tilanne ja andon suljetaan. Andon-apupyynnöjen merkitystä tulisi kasvattaa ja apupyynnöstä tulisi lähettää ilmoitus toimiston henkilöstölle. Tämä oli yksi toivotuista lisäominaisuuksista, joita haastateltavilta kysyttiin.

Yleisesti MES-järjestelmän hyödyntämistä haluttaisiin lisätä ja käyttämistä voitaisiin laajentaa muillekin osastoille, erityisesti tuotesuunnitteluun. Tämä nopeuttaisi suunnittelu- ja muutosten läpivientiä, mikä tällä hetkellä on todella pitkä prosessi useimpien muutosten kohdalla. MES-järjestelmän ylläpitämiseksi tulisi myös määritellä tietyt henkilöt, jotta kehitysideat eivät jäisi vain idean tasolle ja järjestelmään saataisiin tehtyä muutoksia. Tällä hetkellä kehitysprosessit ovat kohdeyrityksen osalta todella pitkään kehitystasolla ja osa jää toteuttamatta. Järjestelmä on kustomoitu kohdeyrityksen tarpeiden mukaan ja siihen suunnitellaan parannusehdotuksia oman toiminnan pohjalta. Muutokset toteutetaan suu- relta osin MES-järjestelmän valmistajan toimesta.

Myös MES-järjestelmän ulkomuodon päivittämiseksi pitäisi kehitellä ehdotuksia. Ulkomuoto on vanhanaikainen ja hyvin yksinkertainen. Lisäksi järjestelmä on ollut verkkopalvelinongelmien takia hyvin hidas ja usein tarvittavat toiminnot eivät ole toimineet odotetusti. Päivittäisten toiminnallisuuksien heikkous laskee motivaatiota käyttää järjestelmää eikä sen uudistuksiin tai mahdollisuuksiin suhtauduta kovin optimistisesti. Myös jo edellä mainittua tarvetta useammille ohjelmille voitaisiin vähentää muuttamalla MES-ohjelman ominaisuuksia ja poistamalla näin tarpeetonta tiedon siirtelyä järjestelmästä toiseen. MES-ohjelman ohella tarvittavia ohjelmia ovat esimerkiksi Excel ja Lotus Notes, jos tehdään sarjanumerotietoja sisältäviä konekortteja.

Konkreettiset muutosideat itse järjestelmään koskevat virheraportteja, konfiguraati-onäkymiä, työkuvia ja -ohjeita sekä aikataulun visualisointia. Virheraportteihin liittyviä tarvittavia ominaisuuksia ovat jo mainitut nimikkeen hakemisen helpottaminen ja valokuvan lisääminen. Kuvien ja nimikkeiden avulla virheiden toistuvuutta voitaisiin seurata paremmin ja ongelman selvittäminen olisi huomattavasti helpompaa. Jo pelkän kuvakin

avulla toisen henkilön on helpompi selvittää tarvittavaa nimikettä järjestelmien tuoterakenteiden avulla. Kuvia voi lisäksi käyttää myöhemmin esimerkiksi laadullisten ongelmien havainnollistamisen yhteydessä tai suunnittelumuutospyyntöjen tekemisessä. Valokuvien ottaminen vaatisi kohdeyrityksen kaltaisessa manuaalisessa kokoonpanotuotannossa tabletit, jotta kuva voitaisiin ottaa tarvittavassa paikassa haluttuna ajankohtana.

Tablettien käyttöönotto voisi lisäksi helpottaa asennuskuvien ja -ohjeiden käyttöä järjestelmän kautta. Tablettien avulla kuvat voisi viedä koneen viereen ja tarve paperisille kuvakansioille, joita nyt pääasiassa käytetään, vähenisi. Jos kuvat löytyvät järkevästi järjestelmästä, ohjeiden tulostaminen ei ole enää tarpeellista. Myös kaikkien eri konfiguraatioiden kuvat olisivat asentajien saatavissa helpommin MES-järjestelmän kautta. MES-järjestelmään on suunnitteilla konfiguraationäkymä, josta asentaja voi seurata koneeseen tulevia konfiguraation mukaisia osia. Kuvien päivittäminen uusien revisioiden ja tuotemuutosten myötä on tällä hetkellä tehtävä MES-järjestelmäänkin manuaalisesti, mikä on aikaa vievää. Kaikki tarvittavat kuvat ei löydy vaiheilta ja eri revisioiden kuvia on sekaisin.

Kohdeyrityksen MES on jaettu management- ja operational-näkymiin. Toiminnallinen puoli on asentajien käytössä kokoonpanossa ja johtopuolta käyttävät toimihenkilöt toimintojen ylläpitämiseen. Toiveena olisi, että nämä kaksi näkymää voitaisiin yhdistää, jotta toimihenkilöillä olisi pääsy myös toiminnalliselle puolelle ja mahdollisuus nähdä suoraan, mitä vaiheita on tehty ja millaisia virheraportteja on kirjoitettu. Lisäksi näkymien yhdistäminen helpottaisi materiaalihuollon työtä, joka tällä hetkellä toimii vain management-puolelta ja joka myös seuraa heille osoitettuja virheraportteja. Järjestelmään toivottiin myös pistokoeominaisuutta, joka esittäisi aina pistokoemaisesti jonkun kysymyksen ja varmistaisi onko tarvittava toimi tehty.

Viimeisenä ominaisuutena MES-ohjelmaan voisi lisätä tahtikellon, joka mittaa käytettyä aikaa ja kertoo, kuinka paljon aikaa on vielä jäljellä tahdissa pysymiseksi. Tällä hetkellä asentajat eivät pääse seuraamaan työaikaa järjestelmien avulla eikä tahdissa pysymistä seurata varsinaisesti. Tahtiajalla voisi olla motivoiva vaikutus ja asentajilla olisi mahdollisuus vaikuttaa paremmin tahdissa pysymiseen. Tahtiajan seuranta voi myös lisätä joustavuutta töiden välillä sekä asentajien itseohjautuvuutta, jos esimerkiksi toisella vaiheella on paljon töitä tekemättä ja omat työt on jo tehty.

Siirryttäessä tarkastelemaan ERP-järjestelmän ominaisuuksia, käytössä oleva järjestelmä koettiin hyväksi. Toiminnallisuudet ovat hyviä ja järjestelmä yhtenäistää toimintaa ja yhdistää dataa globaalillakin tasolla. ERP koettiin kyllä hieman kankeaksi ja transak-

tiot, joilla järjestelmää käytetään, lisäävät sen monimutkaisuutta. Jokainen ERP-järjestelmän toiminto on transaktiokoodin takana ja eri koodeja tulee osata käyttää tietoa haettaessa järjestelmästä. Transaktiot tekevät järjestelmän räätälöitävyydestä myös vaikeaa. Järjestelmää ei koettu kovin johdonmukaiseksi ja käyttäjän tulee tietää, mitä hän on tekemässä. Käyttäminen vaatiikin opettelua ja mitä enemmän järjestelmää käyttää sitä selkeämmältä se alkaa tuntua. ERP on suuri järjestelmä sisältäen yrityksen Master Datan ja sitä ylläpitävät monet henkilöt. ERP-järjestelmän käytön laajuus, tiedon määrä ja eri sidosryhmien yhdistäminen vaativat hyvää käytettävyyttä. ERP-järjestelmän kehityksyyden vuoksi kenties myös kohdeyrityksessä ERP koettiin paljon toimivammaksi kuin MES. MES on järjestelmänä toki paljon uudempi ja vielä huomattavasti vähemmän käytetty. Lisäksi MES on kohdeyrityksessä suurelta osin räätälöity vastaamaan yrityksen tarpeita ja muodostaa uniikin kokonaisuuden. ERP-järjestelmän toiminnallisuudet taas ovat samankaltaisia ympäri maailman. Osittain näistä tekijöistä johtuen järjestelmien käyttökokemuksien välillä on suuri ero ja haastatteluissa paneuduttiin enemmän MES-ohjelman kehitettäviin ominaisuuksiin.

ERP-järjestelmän ei kuitenkaan katsota järjestelmänä sopivan lattiatason käyttöön ja tämän vuoksi MES on hyvin tarpeellinen tuotannon ohjauksessa. Yksin ERP ei riitä, vaikka suuri osa MES-järjestelmän tiedostakin on peräisin ERP-ohjelmasta. Kohdeyrityksen ratkaisu ERP-järjestelmässä havaittuihin puutteisiin on ollut lisätä muita järjestelmiä tueksi. Toiveena oli kuitenkin, että ERP-järjestelmää hyödynnettäisiin mahdollisimman paljon ja muita järjestelmiä vähennettäisiin, sillä niiden ylläpito on työlästä.

ERP-järjestelmässä havaittavat heikkoudet johtuvat uudelleenajoituksesta, osien palautuksista, myöhäisistä asiakaslähtöisistä muutospyyntöistä ja visuaalisuudesta. Uudelleenajoituksessa alivaiheet saattavat siirtyä itsestään eikä järjestelmä varoita mitenkään. Tämä ei haastateltavien mukaan ole ongelma jokaisessa järjestelmässä. Jos uudelleenajoituksen pääsee tekemään ajoissa, se ei ole vaikeaa, mutta jos koneelle on jo kerätty joku osa tai kirjattu tunteja, se vaikuttaa uudelleenajoitukseen heti negatiivisesti. Myös tilausta varten ostettujen osien palautus on nykyisellä menetelmällä pitkä prosessi, vaikka se ei suoranaisesti johtuisikaan järjestelmän ominaisuuksista. Kohdeyrityksen halu olla joustava tuotemuutosten suhteen vaikuttaa tietopohjaiseen ennustettavuuteen. Tuotteisiin voidaan tehdä muutoksia hyvin myöhäisissä vaiheissa, mitkä vaikuttavat tuotannonsuunnitteluun ja työvoiman kapasiteettiin. Tuotemuutokset tietyn ajan jälkeen kielävän jäädytysrajan lisääminen tuotteisiin parantaisi ennustettavuutta ja konemäärien sekä työvoiman ennustettavuutta. Muuten useat haastateltavat kokivat esimerkiksi ensi viikon kuorman ennustamisen järjestelmien tiedon perusteella mahdolliseksi. Viimeisimpänä heikkoutena ERP:ia ei koettu kovin visuaaliseksi muun muassa kuormituksen

osalta. Tämän vuoksi ERP-järjestelmän dataa visualisoidaan suoraan jo aiemmin esiin tulleiden muiden ohjelmien avulla.

Haastattelun toisen osan eli tuottavuusosuuden pohjaksi haastateltavilta kysyttiin mitä tuottavuudella tarkoitetaan tai mitä on hyvä tuottavuus. Useissa vastauksissa nostettiin esiin tekemisen tehokkuus ja työajan käyttäminen tehokkaasti. Tehokkuuden osalta nostettiin esiin myös se, että toimintaa ei saa tehostaa laadun tai turvallisuuden kustannuksella. Ajatus työajan käyttämisestä tehokkaasti saattaa kummuta yrityksen tavasta mitata tuottavuutta. Useampi vastasi hyvään tuottavuuteen vaikuttavan aikataulussa pysymisen ja kapasiteetin optimoinnin, jotta työ saadaan suoritettua aikataulussa. Mietittyyn tavoiteaikaan verrattuna pitäisi pysyä aikataulussa tai suorittaa työ tavoiteaikaa nopeammin.

Useissa määritelmissä pohdittiin myös panosten ja tuotosten välistä suhdetta. Hyvän tuottavuuden omaavissa yrityksissä saadaan vähemmillä resursseilla paljon aikaan. Määritelmissä pohdittiin myös yleisesti, miten sijoitetuilla panoksilla saadaan mahdollisimman suuri tuottavuus. Monet ajattelivat tuottavuutta kustannusten kautta. Hyvässä tuottavuudessa tulos on suurempi kuin kulutettu rahamäärä. Kaikessa yksinkertaisuudessaan, jos sijoittaa markan ja saa kaksi takaisin, yritys on tuottava. Kustannusten kautta pohdittaessa määritelmät vastaavat luvussa neljä määriteltyjä tuottavuuden osatekijöitä kannattavuutta ja hintasuhdetta, jotka toki liittyvät olennaisesti tuottavuuteen. Hyvään tuottavuuteen liittyi haastateltavien mukaan myös turhan tekemisen ja hukan minimoiminen sekä parantaminen aiempaan verrattuna.

Määrittelemänsä tuottavuuden pohjalta haastateltavien haluttiin pohtivan kohdeyrityksen tapaa mitata tuottavuutta. Tämä oli haastattelun kannalta olennaista, koska työssä osoitettiin, että kohdeyritys ei varsinaisesti mittaa tuottavuutta teoreettisella kaavalla. Kahdessatoista haastattelussa kaikista kolmestatoista tuottavuuden mittaukseen liittyen kuvailtiin jonkinlaisia heikkouksia. Hyvinä puolina nähtiin se, että yrityksen mittaustapa kuvaa yrityksen toimintaa ja tuottavuutta on tuotu paljon esille viime aikoina. Esilletuonnin vuoksi pyrkimys kehittää tuottavuutta on levinnyt myös hieman lattiatasolle. Nykyisellä mittaustavalla tuottavuutta on myös pystytty parantamaan, mikä koettiin hyväksi asiaksi ja työntekijöillä on mahdollisuus vaikuttaa siihen suoraan.

Kohdeyrityksessä valmistettavien useiden erilaisten tuotteiden vuoksi tuottavuuden mittaaminen on hankalaa. Variaatioita erilaisista koneista voi olla tuhansia ja koneiden kokoonpanoajat vaihtelevat suuresti. Koneiden erilaisuuden vuoksi tuottavuutta on vaikeaa laskea esimerkiksi vertaamalla valmistettujen koneiden määrää käytettyihin tunteihin. Järjestelmien osalta tuntien ja tuottavuuden määrittämistä vaikeuttavat optiot, joita ei voi

valita, mutta joita asiakas voi ostaa. Mittausmenetelmän sanottiin kuvaavan omaa tekemistä, mutta ei teoreettista kokonaistuottavuutta. Tunteihin perustuva mittausmenetelmä ei huomioi suoraan tuotannon poikkeavuuksia esimerkiksi laadussa eikä pitkiä odotusajoja, jotka johtuvat esimerkiksi puuttuvista osista. Yleisenä tuottavuuteen liittyvänä tavoitteena on tehokas asentaja, jonka työskenteleminen tuntimääriin pienellä työkuormalla laadulla ja osapuutteilla on vaikutusta. Aina osapuutteista johtuvat myöhästymiset eivät heijastu tuottavuuteen, jos työntekijät vaihdetaan toiselle koneelle, jolla työt jatkuvat toisen koneen odottaessa osia. Tunteja siis kirjautuu, vaikka toisen koneen kokoonpano keskeytyy eikä myöhästymisen vaikutusta näin havaitse tuottavuuden kautta.

Suurimpana tekijänä mittausmenetelmän oikeutta heikentää tekemisen vertaaminen suunnitelmaan, joka on vastoin tuottavuuden teoreettista määritelmää. Kyseinen ongelma tuli esille useassa vastauksessa. Tuottavuuden mittaaminen ja parannustavoite on ollut paljon pinnalla, mutta tuottavuudelle ei ole kunnollista perustaa. Standarditunnit, joihin tekemistä verrataan eivät ole määritetty oikein eivätkä ne perustu mihinkään konkreettisiin tuloksiin tai mittauksiin. Oma tekemistä koettiin peilaavan epärealistisiin arvoihin, jolloin tuottavuuden mittaaminen menee alusta alkaen väärin. Standarditunnit tulisi mitata ja erilaisille optioille määritellä tuntimäärät, jotta toimintaa voitaisiin oikeasti verrata niihin. Yrityksessä ei tunnu olevan tarkempaa tietoa, kuinka standarditunnit on määritetty eikä niitä tahdota lähteä muuttamaan. Hyvin monelle tuottavuuden mittaustapa ei yleisestikään ollut tiedossa. Lisäksi tuottavuuteen voidaan vaikuttaa hieman kyseenalaisin keinoin, joilla ei oikeastaan ole yhteyttä tuottavuuden parantumiseen tai kehittymiseen. Leimausjärjestelmän haavoittuvuuden vuoksi tunteihin joudutaan tekemään paljon muutoksia, joilla on suora vaikutus tuottavuuteen. Kun tuottavuuteen vaikuttavat vain toteutuneet tunnit, se on suuresti riippuvaista tuntien korjauksesta, joka voi myös vääristää toimintaa. Vaikka kone jäisi koko ajan lisää jättämälle, voi tuottavuus silti kasvaa. Tuntien korjaus vaatii myös työaikaa.

Standardituntien epämääräisyys heijastuu myös palkkiomittareihin ja tuotannon asennushenkilöstön mukaan saamiseen. Palkkiomittareissa tuottavuuslukujen alkuperästä ei ole usein tietoa. Tuottavuusmittarista puuttuu tällä hetkellä käytännönläheisyys ja mittarit ovat hyvin vaikeaselkoisia. Tämän vuoksi tuottavuuden tietoisuuden lisääminen asentajille on hankalaa ja heidän motivaationsa tuottavuuden parantamiseksi on pieni.

Tulevaisuutta ja mahdollista muutosta varten ilmi tuli muutamia ehdotuksia, joilla tuottavuusmittaria voitaisiin parantaa. Laatua voisi huomioida omalla mittarilla tai sen vaikutuksen voisi yhdistää tuottavuusmittariin. Lisäksi jos mittauksessa käytettäisiin esimerkiksi kustannuksia, voitaisiin tuottavuudessa huomioida myös hukkia ja tarkastella sääs-

töjen vaikutusta. Kustannuksia voitaisiin mitata esimerkiksi tuntihintojen avulla. Tällä hetkellä paljon tarpeettomia osia hävitetään sen sijaan että niitä käytettäisiin muihin laitteisiin. Tässä tapauksessa yrityksessä tulisi huomioida hyllymateriaalit ja tuoterakenteet, jotta ne ovat oikein.

Haastatteluilla haluttiin myös selvittää haastateltavien ajatuksia heidän mahdollisuuksistaan vaikuttaa tuottavuuteen. Monet uskovat vaikuttavansa ja olivat sitä mieltä, että tuottavuuteen voisi vaikuttaa enemmänkin ja kenties tietoisemmin. Yleisellä tasolla haastateltavat kokivat luovansa työn edellytyksiä ja puuttuvansa toimintaan ja tätä kautta vaikuttavansa tuottavuuteen. Lisäksi tuottavuuteen vaikutti resurssien sopiva allokointi muun muassa kehitys- ja työnjohdollisiin tehtäviin. Tuotannonohjauksen näkökulmasta tuottavuuteen vaikuttaa tasainen työkuorma, joka lisää sujuvuutta, kokoonpanojärjestys eli järjestys, jossa eri konemallit kokoonpannaan ja ajankohdat, joihin on järkevä sijoittaa tuotemuutosten implementoinnit. Jos monta monimutkaista ja kokoonpanoajaltaan pitkää konetta sijoitetaan kokoonpanossa peräkkäin, näkyy se tuottavuuden heilahteluina. Rakennemuutosten implementoinnilla voi olla etenemistä hidastava vaikutus, kun kokoonpano tehdään uudella tavalla. Erityisesti linjan etenemiseen ja tätä kautta tuottavuuteen tällä on suora vaikutus.

Konkreettisimpina vaikutuksina tuottavuuteen pidettiin tuntien korjausta ja ongelmakohtien ratkaisua. Tuntien korjaukseen lukeutuu väärien leimojen korjaaminen ja muuttaminen. Tarkoilla työleimatiedoilla ja nopealla reagoinnilla tuotannon ongelmiin voidaan vähentää toteutuneita tunteja, jotka vaikuttavat suoraan tuottavuuteen. Myös tiedon lisääminen oikeasta leimaustavasta koettiin olennaiseksi tuottavuutta parantaessa. Jotkut olivat myös seuranneet omaa tekemistään ja määrittäneet omia tavoitteita, jotka sisältyivät standardituntien tavoitteisiin ja pyrkineet tätä kautta kehittämään tuottavuutta. Haastateltavat kokivat myös vaikuttavansa reagoimalla nopeasti tuotannossa ilmaantuviin ongelmiin. Tuotannossa selvitetään esimerkiksi osapuutteita, suunnitellaan asentajien määriä ja sijoitetaan heitä eri vaiheille sekä siirretään asentajia eri osastoille joustavasti tekemisen sujuvoittamiseksi.

Haastateltavia pyydettiin määrittelemään, mitkä ovat tällä hetkellä suurimmat tuottavuusesteet, jotka hidastavat tuottavuuden kehittymistä ja mitkä ovat ne avaintekijät, joilla tuottavuutta voitaisiin nostaa. Tämä oli myös työn neljäs tutkimuskysymys, johon haastattelulla voidaan vastata suoraan. Vastaukset avaintekijöihin ja esteisiin menivät osittain päällekkäin, joten vastauksia käsitellään nyt osittain yhdessä. Avaintekijät voidaan jakotella neljään osaan, jotka ovat tuottavuuden määritelmään ja läpinäkyvyyteen liittyvät tekijät, päivittäiseen tekemiseen liittyvät tekijät, henkilöstöön liittyvät tekijät ja lopuksi

muut tekijät. Tuottavuuden määritelmän epäselkeys on tullut esille jo aiemmissa kappaleissa ja se mainittiin myös avaintekijöiden yhteydessä. Tuottavuuden läpinäkyvyyttä pitäisi lisätä ja mittaamisen tulisi olla selkeämpää. Tällä hetkellä henkilöstö kokee toimintansa kehittämisen tulosten pohjalta vaikeaksi, koska oman tekemisen vaikutusta on hankala hahmottaa. Lisäksi mittaustulosten tulisi olla johdonmukaisia, jotta nykyistä toimintaa voidaan helpommin verrata muistiin kerättyyn dataan aiemmasta toiminnasta. Tuottavuutta tulisi jaksaa pitää pinnalla eikä se saisi jäädä vain hetkelliseksi innostukseksi ja lisäksi uusia toimintatapoja pitäisi omaksua jatkuvan kehityksen ylläpitämiseksi.

Päivittäiseen tuotannon tekemiseen liittyvät tekijät tulivat suurelta osin esille jo muiden kysymysten kohdalla. Päivittäiseen tekemiseen liittyviä avaintekijöitä ovat materiaaivirran parantaminen, laadun ja suunnittelun kehitys ja prosessien nopeuttaminen, ohjeistusten parantaminen, tuoterakenteiden yhtenäistäminen ja tuotantojärjestyksen järkevöittäminen. Moni näistä tuottavuuteen vaikuttavasta tekijästä mainittiin myös tuottavuusesteiden kohdalla ja niiden aiheuttamista, tuotantoa jarruttavista, vaikutuksista kerrotaan lisää seuraavaksi tulevilla kappaleilla esteitä käsiteltäessä.

Henkilöstöön liittyviin tekijöihin lukeutuu ihmisten motivointi, mukaan ottaminen, johtaminen ja kommunikointi. Jotta tuottavuutta voidaan kehittää, kehittämisen tulisi motivoida henkilöstöä. Oman työn tuloksen näkeminen ja omaan tekemiseen vaikuttaminen mittaamisen ja mittaustulosten pohjalta on olennaista. Tietoisuus tuottavuudesta kasvattaa ihmisten aloitteellisuutta ja halua osallistua. Myös osaamisen kasvattaminen on motivoivaa ja tuottavuuteen vaikuttava tekijä. Yhteinen päämäärä tulisi määrittää tarkemmin ja kommunikointia ja keskustelua lisätä ymmärryksen lisäämiseksi. Tällä hetkellä yhteistä päämäärää ei tunnu olevan asetettu ja eri osastot pyrkivät omiin tavoitteisiinsa. Viimeisenä tuottavuuteen ja henkilöstöön vaikuttavana tekijänä on johtaminen. Johtamisen kannalta tuottavuuden avaintekijäksi mainittiin asioihin puuttumisen puute ja vaikutelma välinpitämättömyydestä.

Muihin tekijöihin tässä tapauksessa lukeutuvat ennakointi ja hukan poistaminen. Toimintaa ennakoimalla voidaan etukäteen poistaa ongelmia ja sujuvoittaa lopulta toimintaa. Kohdeyrityksen toimintaa kehitettäessä tuntuu, että aina tuodaan jotain uutta lisää eikä vanhasta luovuta. Yhtenä avaintekijänä tuottavuuden parantamiseksi nähtiin esimerkiksi tietojärjestelmien kohdalla turhista ohjelmista tai tiedonsiirroista ohjelmien välillä luopuminen. Uudet järjestelmät helpottavat tietyn asian tekemistä, mutta kokonaisuus muuttuu koko ajan monimutkaisemmaksi ja yrityksessä joudutaan pitämään yllä monia järjestelmiä, joissa on osittain myös päällekkäistä tietoa.

Suurimmiksi tuottavuusesteiksi koettiin päivittäistä tekemistä hidastavien tekijöiden lisäksi yrityksen kulttuuri sekä yrityksen toimitiloihin liittyvät tekijät. Laadun osalta suurimmaksi tuottavuusesteeksi nähtiin jatkuva tarve hankkia koneiden osat mahdollisimman halvalla, mikä joissakin tapauksissa heijastuu myös osien laatuun ja lopulta kokoonpantavuuteen. Heikkolaatuiset osat eivät sovi paikalleen ja vaativat muokkausta. Laadun osalta hankalaksi on nähty myös yrityksen toimittajien toimittama laatu tuotteissa. Suuri osa laatuongelmista, jotka ilmenevät valmiiden koneiden käytön alkuaikoina johtuu osatoimittajien tuotteiden laadusta. Suunnitteluun liittyvät haasteet taas johtuvat pitkistä prosesseista, joilla tuotemuutokset ja -korjaukset tehdään. Suunnittelumuutospyyntöt syötetään tietojärjestelmään, josta suunnittelijat käyvät niitä läpi ja aloittavat prosessit. Tällä hetkellä tuotemuutosten ja -korjausten näkyminen tuotannossa vie pitkän aikaa, ja asentajat joutuvat muokkaamaan osia ja tekemään asennuksia ohjeiden vastaisesti pitkän aikaa. Yrityksessä luodaan koko ajan tuotekehityksessä paljon uutta, joka vaatii resursseja ja tuotemuutosten osalta suunnittelussa vaikuttaa olevan vajausta resursseissa. Rakennevirheet sekä sopimattomat tai puuttuvat osat tukkivat tuotantoa ja hidastavat etenemistä. Materiaalivirran suhteen ongelmat liittyvät osien sijaintiin väärillä paikoilla ja niiden myöhästymisiin ja puuttumisiin tarvittaessa. Asentajat joutuvat hakemaan ja etsimään osia itse, kun niitä ei löydy koneelta. Nämä kaikki vaikuttavat asentajien motivaatioon ja uskoon siitä, että asioita yritetään ja halutaan muuttaa. Tuotantotiloihin liittyvät ongelmat johtuvat tilan puutteesta ja toimimattomasta layoutista.

Kohdeyrityksen kulttuuri koettiin myös haastatteluissa tuottavuusesteeksi. Yrityksen toiminta on hyvin byrokraattista ja joissain asioissa vanhanaikaista. Muutosvastarintaa tulee usein esille ja kehitys etenee hyvin hitaasti. Esille nostettiin myös vähäinen tutkiminen ja asioiden seuraaminen sekä sen pohjalta raportointi kuten myös sidosryhmien välisen yhteistyön puute ja vähäiset vaatimukset johdon toimesta. Haastattelujen toteutusaikana maailman taloudellisella tilanteella oli myös vaikutusta vastauksiin, sillä se vaikuttaa kuormiin ja työntekijöiden töihin. Tämän vuoksi kaupankäynnin ja vähäisen kuorman vaikutusta tuotantoon pidettiin yhtenä tuottavuusesteenä.

Viimeisissä haastattelukysymyksissä kysyttiin, kuinka realistista on saavuttaa yrityksen tuottavuustavoite ja onko tuottavuuden parantaminen olennaista yrityksessä. Tuottavuustavoitteen saavuttamisen kohdalla taustalla oli kokonaistavoite, joka yrityksen kokoonpanoille oli asetettu, mutta oikeastaan yksikään haastateltavista ei tiennyt kyseistä tavoitetta. Tämän vuoksi vastatessaan haastateltava usein sanoi ensin tavoitteen saavuttamisen olevan mahdollista mielessään osastokohtaiset tavoitteet. Nämä osastojen omat tavoitteet koettiin mahdollisiksi saavuttaa, mutta mieli muuttui usealla, kun tarkentavan kysymyksenä kysyttiin kokonaistavoitteen saavuttamisen mahdollisuutta.

Haastattelutilanteessa mielipiteet jakoutuivat suunnilleen puoliksi ja kuusi ajatteli tavoitteen olevan realistinen, kun seitsemän ei uskonut sen olevan realistinen. Realistisuuteen vaikutti suuresti taloudellinen tilanne ja keinot, joilla tavoite saavutettaisiin.

Kaikkien vastanneiden mielestä tuottavuuden kehittäminen on olennainen tavoite. Tavoitteen olennaisuutta perusteltiin muun muassa sen yleisyydellä, kilpailukyvyn kasvatuksella, suomalaisen työn ja laadun arvostuksella ja jatkuvalla kehityksellä. Tuottavuutta ei kuitenkaan saa lähteä kehittämään esimerkiksi laadun, turvallisuuden tai työhyvinvoinnin kustannuksella. Tuottavuuden kehitys vaatii kaikkien osallistumista ja intoa. Alla olevaan taulukkoon 5 on vielä koottu yhteenveto edellä läpikäydyistä kaikista haastattelutuloksista.

Taulukko 5. Yhteenveto haastattelutuloksista taulukkona.

HAASTATTELUKYSYMYS	VASTAUKSET
TIETOJÄRJESTELMÄT	
1. Mitä tietoja tarvitset päivittäin MES- ja ERP-järjestelmistä?	<p>MES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Visualisointi (koneiden sijainti, aikataulu, valmistuneet vaiheet, työntekijöiden leimautuminen) -Virheraportit <p>ERP</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aloitukset, työjono, kuorma, tekninen valmistuminen -Materiaalien seuranta (varastotilanne, keräily, puuttuvat osat) -Konfiguraatiot, koneiden rakenteet ja vaiheet
2. Onko tietojärjestelmissä laadukasta dataa?	<p>MES: reaaliaikaisempaa ja melko hyvän laatuista dataa</p> <ul style="list-style-type: none"> -Vanhat virheraportit, vääriltä vaiheilta tehdyt raportit -Räätälikoneiden vaiheet <p>ERP: vaihteluja datan laadussa</p> <ul style="list-style-type: none"> -Virheitä muun muassa aikatauluissa, materiaalien allokoinnista, uudelleenajoituksesta -Tiedon hakeminen vaatii osaamista ja tulkkausta
3. Voitko vaikuttaa/vaikutatko datan laatuun säännöllisesti?	<p>Datavirheiden korjaus ja ennakoivat toimenpiteet</p> <p>Virheiden korjaus</p> <ul style="list-style-type: none"> -Kapasiteettimuutokset, uudelleenajoitukset, puuttuvien osien lisäys, nimikkeiden päivitys -Virheraporttien ja laatuksymysten korjaus ja muokkaus <p>Ennakointi</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hyvän raportin laatimisen ohjaus -Tuotantotilausten avaus myöhäisessä vaiheessa
4. Koetko tietojärjestelmistä saatavan datan helpottavan päätöksentekoa/työtä?	<p>Tieto helpottaa yleisesti työntekoa:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tieto luo pohjaa toiminnalle ja sen pohjalta voidaan ennakoida -Menneeseen aikaan vertaaminen ja parantaminen -Reaaliaikaisen tiedon pohjalta nopeampi reagointi <p>Ei helpota:</p> <ul style="list-style-type: none"> -MES-työjono ei oikein, nopealla tahdilla muuttuvat tuoterakenteet, kuormituskäyrät

5. Ovatko MES-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia?	Visualisointi, virheraportit, laatukysymykset tärkeitä -MES tärkeä lattiatasolla -Todella hidas tällä hetkellä -Visualisointi lisää tietokoneella istumista, vanhanaikaisuus, ei-informatiivinen vaiheistus (vaiheet eri pituisia) -Räätälikoneiden erilainen vaiheistus -Virheraporttien laadun heikkous (nimikkeen lisäys) -Andonin merkityksen menetys
6. Ovatko ERP-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia?	Käytössä oleva ERP on hyvä -Kankea, transaktioiden monimutkaisuus -Yhtenäistää toimintaa ja tietoa globaalillakin tasolla -Visuaalisuuden puute -Uudelleenohjaukset hankaluudet
7. Mitä ominaisuuksia MES-järjestelmässä tulisi olla, jotta se tukisi työtäsi paremmin?	Virheraportit, konfiguraatiot, työkuvat ja -ohjeet, ajan visualisointi -Kuvien lisäys raportteihin + nimike -Työkuvien järjestyminen ja oikeus -Konfiguraationäkymä -Management ja operational puolien yhdistäminen -Tahtikello (motivointi, itseohjautuvuus)
HAASTATTELUKYSYMYKSET	
TUOTTAVUUS	
1. Miten ymmärrät käsitteen tuottavuus?	Tehokkuus ja tehokas työajan hyödyntäminen -Hyvä resurssien ja tuotosten välinen suhde -Kannattavuus ja hintasuhde
2. Onko tuottavuuden mittausmenetelmä toimiva yrityksessä?	Kuvaan omaa toimintaa hyvin ja ollut paljon esillä viime aikoina -Useat erilaiset tuotteet hankaloittavat -Ei huomioi laatua tai odotusaikoja -Tuottavuuden heikko pohja (mihin standarditunnit perustuvat) -Käytännönläheisyys -Tulevaisuudessa kustannukset ja tuntihinnat laskennassa
3. Koetko päivittäisellä työlläsi vaikuttavasi tuottavuuteen?	Suuri osa kokee vaikuttavansa -Ongelmatilanteiden ratkaisu, tuntien korjaus -Resurssien allokointi -Tasainen kuorma, tuotemuutosten sijoittelu
4. Mitkä ovat avaintekijät yrityksessä tuottavuuden kehittämiseksi?	-Tuottavuuden läpinäkyvyys -Päivittäinen tekeminen: suunnittelu, laatu, materiaali-virta -Henkilöstö: motivointi, kommunikointi (ymmärrys ja tietoisuus), mukaan ottaminen, johtaminen -Muut: ennakointi, hukasta luopuminen

5. Millaisia tuottavuusesteitä koet yrityksessä olevan? Tuottavuusteiksi kutsutaan eri tekijöitä, jotka voivat ehkäistä tai hidastaa tuottavuuden kehittymistä.	Päivittäinen tekeminen: laatu (toimittajalaatu), suunnittelu (pitkät prosessit, vähäiset resurssit), materiaa livirrat (osien hakeminen ja etsiminen) -Yrityksen kulttuuri: muutosvastarinta, byrokraattisuus, vähäinen seuranta ja raportointi -Toimitilat: layout ja tilan puute -Taloudellinen tilanne
6. Onko tuottavuustavoitteen saavuttaminen realistista?	-Kokonaistavoite epäselvä -Usko osastokohtaisiin tavoitteisiin hyvä
7. Koetko tuottavuuden parantamisen olennaiseksi tavoitteeksi yrityksessä?	-Hyvin olennainen tavoite -Yleinen tavoite ja kilpailukyvyyn ylläpito

4.2 Nykytila-analyysin kyselytulokset

Toinen osa työn nykytila-analyysia on kysely, jonka tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon 6. Tietojärjestelmiin liittyvistä seitsemästä kyselykysymyksestä ensimmäisessä datan laatu arvioitiin keskitasolle. Kahdeksan kolmestatoista piti dataa laadultaan hyvänä, loput viisi keskitason 2,5 alapuolella. Yksikään vastaajista ei arvioinut laatua erittäin hyväksi. Toisessa ja kolmannessa kysymyksessä arvioitiin kohderyhmän vaikutusta datan ylläpitoon. Kolmestatoista viisi arvioi vaikuttavansa säännöllisesti tasolla kolme ja toiset viisi tasolla 4. Loput kolme kokivat vaikuttavansa dataan harvemmin. Arvioitaessa panostuksen suuruutta vastaukset vaihtelivat enemmän. Suurin osa eli kuusi kolmestatoista katsoi panostuksen olevan tasolla kolme ja neljä katsoi ylläpitämisen vaativan vielä enemmän resursseja ja sijoitti vastauksensa tasolle neljä. Lopuista kaksi katsoi panostuksen olevan pienempi tasolla kaksi ja yksi arvioi sen olevan tasolla yksi.

Kysymyksessä neljä kysyttiin, kuinka hyvin järjestelmien tietoon voidaan pohjata erilaisia päätöksiä. Kahdeksan kolmestatoista arvioi, että päätöksiä voidaan tehdä hyvin ja sijoittivat vastauksensa tasolle kolme ja yksi tasolle neljä. Loput ajattelivat päätöksenteon olevan vaikeampaa ja sijoittivat vastauksensa tasolle kaksi. Kysymyksissä viisi ja kuusi pyydettiin henkilöitä arvioimaan MES- ja ERP-järjestelmien sopivuutta käyttötarkoitukseensa niiden toiminnallisuuksien näkökulmasta. MES-järjestelmän kohdalla yhdeksän arvioi sopivuuden olevan keskitason alapuolella, kahdeksan tasolla kaksi ja yksi tasolla yksi. Loput neljä kokivat sopivuuden paremmaksi. ERP-järjestelmän kohdalla yksitoista koki sopivuuden keskitasoa paremmaksi, kymmenen tasolla kolme ja yksi tasolla neljä. Harva eli vain kaksi sijoitti vastauksensa tasolle kaksi. Tietojärjestelmäosuuden viimeisessä kysymyksessä tuotannon suorituskyvyn visualisointi koettiin tärkeäksi ja vastauksista seitsemän oli tasolla neljä ja kuusi tasolla kolme.

Taulukko 6. Kyselyn vastausvaihtoehtojen vastausmäärät prosentteina.

	1	2	3	4
1. Onko yrityksen tietojärjestelmistä saatava data laadukasta? Arvioi 1-4	0 %	38 %	62 %	0 %
2. Voitko vaikuttaa/vaikutatko datan laatuun säännöllisesti? Arvioi 1-4	0 %	23 %	38 %	38 %
3. Vaatiiko datan ylläpito suurta panostusta? Arvioi 1-4	8 %	15 %	46 %	31 %
4. Voiko järjestelmätietoon pohjautuvia päätöksiä tehdä? Arvioi 1-4	0 %	31 %	62 %	8 %
5. Ovatko MES-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia? Arvioi 1-4	8 %	62 %	31 %	0 %
6. Ovatko ERP-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia? Arvioi 1-4	0 %	15 %	77 %	8 %
7. Kuinka olennaista on visualisoida tuotannon suorituskyyä? Arvioi 1-4	0 %	0 %	46 %	54 %

1. Kuinka paljon seuraat tuottavuuden kehitystä? Arvioi asteikolla 1-4	8 %	0 %	62 %	31 %
2. Ovatko tuottavuustulokset helposti saatavilla? Arvioi asteikolla 1-4	0 %	46 %	38 %	15 %
3. Koetko päivittäisellä työlläsi vaikuttavasi tuottavuuteen? Arvioi asteikolla 1-4	0 %	8 %	46 %	46 %
4. Kuinka olennaista on visualisoida tuottavuutta? Arvioi asteikolla 1-4	0 %	8 %	46 %	46 %
5. Onko tuottavuustavoitteen saavuttaminen realistista? Arvioi 1-4	15 %	15 %	31 %	38 %
6. Koetko tuottavuuden parantamisen olennaiseksi tavoitteeksi yrityksessä? Arvioi 1-4	0 %	0 %	23 %	77 %

Tuottavuuden osalta ensimmäisellä kahdella kysymyksellä selvitettiin tuottavuuden seurattavuutta. Kaksitoista kolmestatoista seurasi tuottavuutta melko paljon tai paljon, kahdeksan tasolla kolme ja neljä tasolla neljä. Yksi vastaajista koki seuraavansa tuottavuutta vähän, mikä näkyy eroavaisuutena vastauksissa. Toisen kysymyksen kohdalla kuusi vastaajaa arvioi tuottavuustulosten saatavuuden heikomman puolelle, tasolle kaksi. Yli puolet kuitenkin kokivat saatavuuden melko hyväksi tai hyväksi ja viisi vastaajaa sijoitti arvionsa tasolle kolme ja kaksi tasolle 4.

Kuten tietojärjestelmien kohdalla, kohderyhmältä kysyttiin heidän vaikuttavuuttaan myös tuottavuuteen. Kaksitoista vastaajaa koki vaikuttavansa paljon tai melko paljon, kuusi vastausta sijoittui sekä tasolle kolme että neljä. Yksi vastaus sijoittui keskitason alapuolelle. Myös tuottavuuden visualisointi koettiin tärkeäksi kuten tietojärjestelmien kautta suorituskyyyn visualisointi. Kuusi vastaajista sijoitti vastauksensa tasoille kolme ja neljä,

yksi vastaaja tasolle kaksi. Viides tuottavuusosion kysymys jakoi mielipiteitä enemmän. Eniten vastauksia oli tasolla neljä, viisi kappaletta. Tasolla kolme oli seuraavaksi eniten eli neljä vastausta. Loput neljä vastausta jakautuivat tasan tasojen yksi ja kaksi välille. Viimeisessä kysymyksessä kymmenen kolmestatoista oli sitä mieltä, että tuottavuuden parantaminen on tärkeä tavoite kohdeyrityksessä. Loput kolme ajattelivat sen olevan melko tärkeä.

5. TULOSTEN ANALYYSINTI

Tämän työn haastattelujen analysointi pohjautuu aineiston tulkintaan, jonka Hirsjärvi ja Hurme (2011, s. 137) lukevat yhdeksi haastatteluaineiston lähestymistavaksi. Kyselyiden tuloksia on tutkittu määrälliseen analyysiin kuuluvan tilastollisesti kuvaavan analyysin pohjalta, jossa tarkoituksena on todeta saadusta aineistosta muun muassa ilmiöiden määriä, yleisyyttä sekä jakautumista (Koppa 2015). Tilastollisesti kuvaavaa analyysia varten tuloksille laskettiin sijaintiluvut ja niitä havainnollistettiin taulukoilla ja kuvaajilla. Haastattelujen ja kyselyn tuloksia tukemaan analysointiluvussa on tehty data-analyysia, jonka avulla datavirheitä voidaan todentaa. Tulosten analysoinnin lisäksi luvussa 5.4 arvioidaan nykytila-analyysin eli haastattelu- ja kyselytutkimuksen kokonaisluotettavuutta.

Yleisesti haastateltavat olivat hyvin samaa mieltä teemoista ja usein samat asiat nousivat eri henkilöiden kohdalla esille. Haastateltavien työtehtävät kuitenkin poikkeavat paljon toisistaan, mikä mahdollisti sen, että esille nousi myös hyvin erilaisia asioita. Haastateltavien suhteellisen pienen määrän vuoksi jokaisen vastaus oli tärkeä. Jokainen vastasi haastattelussa kaikkiin kysymyksiin lukuun ottamatta yhtä, joka jätti kaksi kysymystä vastaamatta. Kyselyssä kaikki kysymykset olivat pakollisia, joten kaikkien tuli vastata joihinkin.

Haastattelun vastausten taustalla näkyi varsinkin tuottavuuden kohdalla taloudellinen tilanne, joka heikentää kohdeyrityksen kuormaa ja vaikuttaa suoraan tuottavuuteen. Alhaisen kuorman vuoksi tuottavuustavoitteen saavuttaminen arvioitiin useassa tapauksessa melko epärealistiseksi. Tietojärjestelmien kohdalla kohdeyrityksessä on havaittu usein teknisiä ongelmia MES-järjestelmän kanssa ja uuden verkkoyhteyden myötä erityisesti järjestelmän visualisointi on hidastunut huomattavasti. Heikon käytettävyyden vuoksi MES-järjestelmään ei suhtauduta kovin optimistisesti ja yleinen käytettävyyden parantaminen meni useassa vastauksessa uusien kehitettävien ominaisuuksien edelle.

Vastausten näkökulmasta haastatteluissa huomasin, että osa vastauksista oli suuresti riippuvaisia henkilön työtehtävistä. Esimerkiksi ERP-järjestelmän käyttö oli haastateltavien kesken epätasaista. Osa työhön kuuluu tiedon luominen ja päivittäminen, kun osa taas käyttää tätä tietoa työssään. Kaikki eivät tämän pohjalta vastanneet kysymykseen mitä tietoa he hakevat järjestelmästä, sillä heidän tehtävänsä oli enemmänkin tiedon luominen. Mikäli taas työhön kuului suurelta osalta vain tiedon hakeminen ERP-järjestelmästä, ei henkilöllä välttämättä ollut tarkkaa mielipidettä esimerkiksi ERP-ohjelman toiminnallisuuksista. MES- ja ERP-järjestelmien käyttö painottuu myös eri lailla henkilöiden

välillä työtehtävien perusteella. Niillä, jotka käyttävät MES-ohjelmaa paljon harvemmin ei juurikaan ollut esittää toiveita sen kehittämiseksi.

Vastausten lyhyteen saattoi vaikuttaa päätös, että haastattelukysymyksiä ei jaettu vastaajille etukäteen. Kysymykset kyllä näytettiin etukäteen mainitusti, mutta se ei vaikuttanut juurikaan haastateltavien valmistautumiseen. Mikäli kysymykset olisi annettu esimerkiksi paperilla tai jaettu sähköisesti, se olisi voinut lisätä painoarvoa valmistautumiselle. Kun haastateltavien tuli vastata suoraan ja suhteellisen nopeasti haastattelutilanteessa kysymyksen esittämisen jälkeen, vastauksissa ilmenee suurelta osin asioita, jotka tulivat ensimmäisenä mieleen. Pidempi kysymysten pohtimisaika olisi voinut nostaa esiin myös syvällisempiä ja useampia asioita.

5.1 Kyselytulosten tilastollisesti kuvaava analyysi

Alla olevassa taulukossa 7 on esitetty kyselyn vastausten keskiarvot ja moodit. Kyselyiden vastauksia on havainnollistettu pylväsdiagrammeilla liitteessä C.

Taulukko 7. Kyselyn tietojärjestelmäosuuden vastausten aritmeettiset keskiarvot ja moodit.

Kysymys	KESKIARVO	MOODI
1. Onko yrityksen tietojärjestelmistä saatava data laadukasta? Arvioi 1-4	2,62	3
2. Voitko vaikuttaa/vaikutatko datan laatuun säännöllisesti? Arvioi 1-4	3,15	3,4
3. Vaatiiko datan ylläpito suurta panostusta? Arvioi 1-4	3,00	3
4. Voiko järjestelmätietoon pohjautuvia päätöksiä tehdä? Arvioi 1-4	2,77	3
5. Ovatko MES-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia? Arvioi 1-4	2,23	2
6. Ovatko ERP-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia? Arvioi 1-4	2,92	3
7. Kuinka olennaista on visualisoida tuotannon suorituskykyä? Arvioi 1-4	3,54	4

Kyselyn numeeristen arvioiden mukaan ensimmäisessä kysymyksessä kysytty tietojärjestelmien datan laatu koettiin keskinkertaiseksi. Useimmat ajattelivat datan olevan hyvälaatuista, minkä kertoo myös hieman paremman puolella oleva keskiarvo 2,62. Toisessa kysymyksessä datan laatuun koettiin vaikuttavan usein. Moodeiksi tulivat vastausvaihtoehdot kolme ja neljä. Keskiarvo on 3,15, mikä osoittaa, että useimmat kokivat vaikuttavansa datan laatuun usein. Kolmannessa kysymyksessä kysyttiin työpanosta datan laadun ylläpitämiseksi ja vastauksia tuli koko asteikon laajuudelta. Keskiarvon 3,00 perusteella datan ylläpito vaatii vastaajien mukaan suurta tai melko suurta panostusta.

Vastausten moodi oli kolme, mutta vastaajista kuitenkin neljä koki tekevänsä paljon työtä datan ylläpitämiseksi. Laadukkaan datan pohjalta pystyy vastausten perusteella tekemään päätöksiä keskitasolla. Suurin osa vastaajista vastasi neljanteen kysymykseen kolmosen ja keskiarvoksi tuli 2,77.

Verratessa vastauksia kysymyksiin viisi ja kuusi voidaan nähdä ero MES-järjestelmän ja ERP-järjestelmän ominaisuuksien välillä. Kysymyksessä viisi kysyttiin MES-ohjelman toiminnallisuuden sopivuutta ja kysymyksessä kuusi ERP-järjestelmän toiminnallisuuden sopivuutta. Kysymyksen viisi moodi on kaksi eli suurin osa vastaajista ei kokenut MES-järjestelmän ominaisuuksia toimiviksi. Keskiarvoksi tuli vähän päälle kaksi (2,23). ERP-järjestelmän kohdalla moodi oli kolme ja keskiarvo nousi lähes kolmeen. Vain 15 prosenttia vastaajista ajatteli ERP-ohjelman toiminnallisuuden olevan sopimattomia. Kummankin järjestelmän kohdalla toiminnallisuuksissa olisi parannettavaa, sillä vain yksi arvioi toiminnallisuudet tasolle neljä. Viimeisessä tietojärjestelmiä koskevassa kysymyksessä kysyttiin tuotannon suorituskyvyn visualisoinnin tärkeyttä. Moodi nousi tämän kysymyksen kohdalla neloseen ja keskiarvo oli korkea 3,54.

Alla olevassa taulukossa 8 on esitetty kummankin kokoonpanolinjan vastaajien kyselyvastaukset eroteltuina. Linjakokoonpanosta vastaajia oli yhteensä seitsemän ja paikkakokoonpanosta kuusi. Verrattaessa kahden eri kokoonpano-osaston vastauksia, huomattavia eroja voidaan huomata kysymyksissä 2, 3 ja 7. Haastateltavien kokonaismäärän ollessa melko pieni myös tämä yhden henkilön ero osastojen vastaajamäärissä aiheuttaa poikkeavuuksia vastauksia vertailtaessa. Kysymyksessä kaksi kysyttiin mahdollisuutta vaikuttaa datan laatuun ja linjakokoonpanossa kuusi seitsemästä vastauksesta sijoittui tasolle kolme tai neljä. Paikkakokoonpanossa vastaukset sijoituivat tasaisesti tasoille kaksi, kolme ja neljä. Suurin osa vastanneista siis koki vaikuttavansa datan laatuun kummallakin osastolla moodin poikkeavuudesta huolimatta. Kysymyksessä kolme kysyttiin datan ylläpidon vaatimaa aikaa. Linjakokoonpanossa kolme seitsemästä sijoitti vastauksensa tasoille yksi ja kaksi ja moodiksi tuli kolme. Paikkakokoonpanossa taas kaikki kuusi vastausta oli tasoilla kolme ja neljä moodien ollessa nuo samat kolme ja neljä. Tästä johtuu suurehko ero kolmannen kysymyksen vastausten aritmeettisissa keskiarvoissa, joiden poikkeama on lähes yksi. Kysymyksen seitsemän ero johtuu siitä, että linjakokoonpanossa viisi seitsemästä oli arvioinut suorituskyvyn visualisoinnin tärkeyden tasolle kolme ja paikkakokoonpanossa samat viisi tasolle neljä. Tästä johtuu ero keskiarvossa ja moodissa. Kummassakin visualisointi nähtiin kuitenkin tärkeäksi.

Taulukko 8. Linjakokoonpanon ja paikkakokoonpanon vastausten aritmeettiset keskiarvot ja moodit.

Kysymys	LINJAKOKOONPANO		PAIKKAKOKOONPANO	
	KESKIARVO	MOODI	KESKIARVO	MOODI
1. Onko yrityksen tietojärjestelmistä saatava data laadukasta? Arvioi 1-4	2,57	3	2,67	3
2. Voitko vaikuttaa/vaikutatko datan laatuun säännöllisesti? Arvioi 1-4	3,29	3,4	3,00	2,3,4
3. Vaatiiko datan ylläpito suurta panostusta? Arvioi 1-4	2,57	3	3,50	3,4
4. Voiko järjestelmätietoon pohjautuvia päätöksiä tehdä? Arvioi 1-4	2,86	3	2,67	3
5. Ovatko MES-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia? Arvioi 1-4	2,29	2	2,17	2
6. Ovatko ERP-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia? Arvioi 1-4	3,00	3	2,83	3
7. Kuinka olennaista on visualisoida tuotannon suorituskykyä? Arvioi 1-4	3,29	3	3,83	4

Taulukossa 9 taas on esitetty kyselyn tuottavuusosuuden keskiarvot ja moodit kaikkien vastaajien kesken. Kysymyksessä yksi selvitettiin kuinka paljon haastateltavat seuraavat tuottavuuden kehitystä. Eniten vastauksia tuli tasolla kolme ja keskiarvoksi tuli 3,15. Seuraavaksi kysyttiin, ovatko tuottavuustulokset helposti saatavilla ja vastaukset vaihtelivat suuresti. Moodiksi tuli kaksi, mutta yli puolet eli seitsemän kolmestatoista sijoitti vastauksensa tasoille kolme tai neljä. Keskiarvoksi saatiin 2,69. Kysymyksessä kolme kysyttiin haastateltavien vaikuttavuutta tuottavuuteen. Vastausvaihtoehdot kolme ja neljä saivat kuusi valintaa ja keskiarvoksi tuli 3,38. Selkeästi suurin osa kokee vaikuttavansa päivittäisellä työllään tuottavuuteen. Kysymyksen neljä vastausten tulokset ovat identtiset kolmosen kanssa, kun kysyttiin tuottavuuden visualisoinnin tärkeyttä. Visualisointi koettiin siis tärkeäksi. Viidennessä kysymyksessä kysyttiin, kuinka realistista on saavuttaa kohdeyrityksen tuottavuustavoite. Vastauksia tuli jokaisella tasolla, mutta eniten tasolla neljä. Keskiarvo jäi alle kolmen. Viimeisessä kysymyksessä kysyttiin, kuinka olennainen tavoite tuottavuuden kehittäminen on kohdeyrityksessä ja sen suhteen oltiin hyvin yksimielisiä. Keskiarvoksi tuli 3,77 ja moodi oli neljä.

Taulukko 9. Kyselyn tuottavuusosuuden aritmeettiset keskiarvot ja moodit.

Kysymys	KESKIARVO	MOODI
1. Kuinka paljon seuraat tuottavuuden kehitystä? Arvioi 1-4	3,15	3
2. Onko tuottavuustulokset helposti saatavilla? Arvioi 1-4	2,69	2
3. Koetko päivittäisellä työlläsi vaikuttavasi tuottavuuteen? Arvioi 1-4	3,38	3,4

4. Kuinka olennaista on visualisoida tuottavuutta? Arvioi 1-4	3,38	3,4
5. Onko tuottavuustavoitteen saavuttaminen realistista? Arvioi 1-4	2,92	4
6. Koetko tuottavuuden parantamisen olennaiseksi tavoitteeksi? Arvioi 1-4	3,77	4

Seuraavassa taulukossa 10 on jälleen vertailtu vastauksia kokoonpano-osastoittain. Selkeämpää eroa voidaan huomata oikeastaan vain kysymyksissä yksi ja viisi. Ensimmäisen kysymyksen kohdalla ero johtuu yhdestä vastaajasta, joka sijoitti vastauksensa ykköseksi. Muuten vastauksia on sama määrä tasoilla kolme ja neljä. Kysymyseen viisi on kummallakin osastolla vastattu lähes kaikilla vastausvaihtoehdoilla, mutta paikkakokoonpanon vastaukset sijoittuvat selkeämmin tasoille kolme ja neljä. Moodeista näkee, että linjakokoonpanossa vastaukset jakautuivat tasaisemmin ja paikkakokoonpanossa eniten vastauksia tuli vastausvaihtoehto neloseen. Tämän takia keskiarvoissa on nähtävissä selkeä ero.

Taulukko 10. Linjakokoonpanon ja paikkakokoonpanon vastausten aritmeettiset keskiarvot ja moodit.

Kysymys	LINJAKOKOONPANO		PAIKKAKOKOONPANO	
	KESKIARVO	MOODI	KESKIARVO	MOODI
1. Kuinka paljon seuraat tuottavuuden kehitystä? Arvioi 1-4	3,00	3	3,33	3
2. Onko tuottavuustulokset helposti saatavilla? Arvioi 1-4	2,71	2,3	2,67	2
3. Koetko päivittäisellä työlläsi vaikuttavasi tuottavuuteen? Arvioi 1-4	3,43	4	3,33	3
4. Kuinka olennaista on visualisoida tuottavuutta? Arvioi 1-4	3,14	3	3,67	4
5. Onko tuottavuustavoitteen saavuttaminen realistista? Arvioi 1-4	2,57	1,3,4	3,33	4
6. Koetko tuottavuuden parantamisen olennaiseksi tavoitteeksi? Arvioi 1-4	3,86	4	3,67	4

Kyselyn vastausvaihtoehtojen vastausmäärät koottiin luvun 4.2 taulukkoon 6 prosentteina. Kuten haastattelussa, kyselyssäkin haastateltavat vastasivat hyvin samalla tavalla. Tämän luvun aritmeettisten keskiarvojen ja moodien perusteella huomattiin lisäksi, että osastojen välillä ei ollut vastauksissa juurikaan eroa. Useimmissa kysymyksissä vastaukset sijoittuvat joko hyvälle tai heikolle puoliskolle tai selkeästi keskelle. Yksittäisiä eriäviä mielipiteitä esiintyi toki muutaman kysymyksen kohdalla. Kaikkia kysymyksiä tarkasteltaessa vastaukset painottuvat paljon hyvän puolelle, minkä näkee myös keskiar-

voista, joista yksikään ei ole alle kahden. Hyvin harvaan kysymykseen vastattiin vastausvaihtoehdolla yksi eli heikoimmalla vaihtoehdolla. Heikommalle puolelle vastauksia sijoittui eniten MES-järjestelmän toiminnallisuuksien sopivuuteen liittyvässä kysymyksessä sekä tuottavuustavoitteen saavuttamisen realistisuutta arvioivassa kysymyksessä. Tuottavuustavoitetta käsittelevään kysymykseen vastattiin muutenkin hyvin sekalaisesti kysymyksen epäselvyyden vuoksi. Tulosanalyysin kohdalla ei ole myöskään täysin selvää, ovatko haastateltavat arvioineet oman osaston tuloksen saavutettavuutta vai kokonaistuottavuuden saavutettavuutta.

Osa vastaajista oli sitä mieltä, että oli hyvä asia, kun oli pakko olla jotain mieltä, osa taas kaipasi mielipiteetöntä vaihtoehtoa. Lisäksi muutaman kyselyn kysymyksen kohdalla osa koki kysymyksen laajaksi, kun vastausvaihtoehtoväli oli näin suppea. Haastattelun puolella henkilöiden oli kuitenkin mahdollista avata omaa näkemystään.

Haastattelun ja kyselyn kysymyksistä kahdeksan oli samoja ja henkilön haastattelu oli mahdollista yhdistää kyselyyn eroavaisuuksien havaitsemiseksi. Tarkasteltaessa vastauksia haastatteluista ja kyselystä näihin kahdeksaan kysymykseen, havaittavissa ei ollut suuria eroja. Ainoa merkittävämpi ero on jälleen tuottavuustavoitteen realistisuutta arvioitaessa, kun haastattelussa vastaukset jakautuivat suunnilleen puoliksi, mutta kyselyssä yhdeksän kymmenestä ajatteli tavoitteen olevan toteutettavan puolella. Tämän saattaa aiheuttaa heikko kysymyksenasettelu tai poikkeava käsitys tuottavuustavoitteesta.

Aineistoa tarkasteltaessa haastateltavat kokivat selkeästi vaikuttavansa tiedon laatuun ja sen ylläpidon vaativan suuren osan työajasta. Ilman järjestelmien tarjoamaa tietoa jokaisen työtehtävät olisi mahdottomia toteuttaa ja tiedolla on suuri vaikutus jokapäiväisessä tekemisessä. Haastateltavilta löytyi myös ideoita, joilla järjestelmiä voisi kehittää. Kuten jo haastattelua suunniteltaessa ajateltiin, MES koettiin paljon ongelmallisemmaksi ja ERP toimivammaksi järjestelmäksi. Selkeästi myös tiedon tuominen kaikkien tietoon visualisoinnin avulla koettiin merkitykselliseksi, sillä sekä suorituskyvyn että tuottavuuden visualisoinnin kysymysten keskiarvot olivat toiseksi ja kolmanneksi suurimmat. Suurimman keskiarvon sai tuottavuuden kehityksen merkityksellisyys.

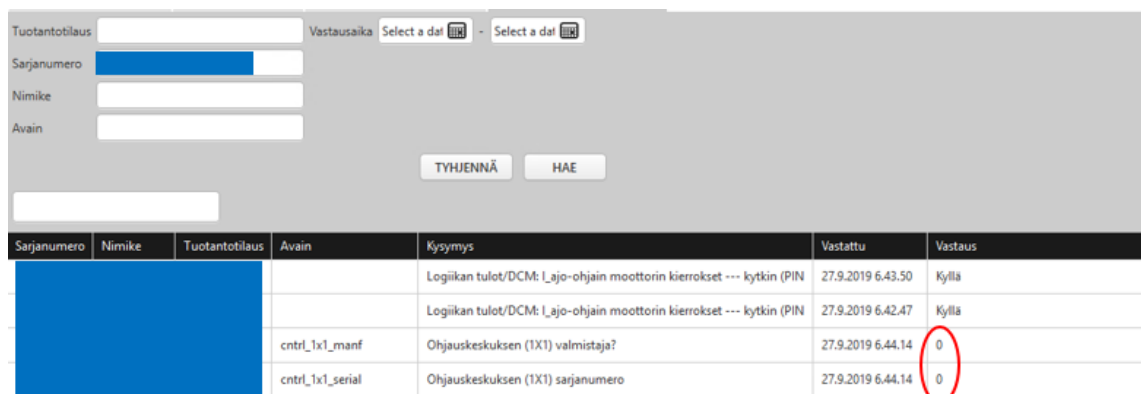
Toisessa osuudessa haastateltavilla oli hyvin tiedossa tuottavuus ja sen mittausmenetelmä kohdeyrityksessä. Tuottavuus koettiin tärkeäksi mittariksi ja kaikilla oli näkemyksiä siitä, kuinka sitä saataisiin vielä parannettua. Suuri osa koki myös vaikuttavansa toiminnallaan tuottavuuteen ja suuri osa seurasi omalla asteikollaan paljon tuottavuutta. Haastateltavat olivat toimihenkilöitä, jotka kokivat, että heillä on tarpeeksi tietoa tuottavuudesta ja heillä on hyvät mahdollisuudet seurata sitä myös päivittäin. Tästä johdoksena

esiin nousi tietoisuus tuottavuudesta lattiatasolla ja se, että visualisoidaanko tuottavuutta riittävästi kaikille, joille sitä olisi tärkeää visualisoida.

Yleisesti haastattelun ja kyselyn tuloksia tarkastellessa voidaan huomata, että haastattavien mielestä tuottavuuteen vaikuttaa tällä hetkellä monet muut asiat kuin tietojärjestelmät. Aineiston pohjalta ei ole havaittavissa, että huonolla tiedon laadulla järjestelmissä tai ominaisuuksien puuttumisella olisi suurta vaikutusta tuottavuuteen. Datan laatu koettiin haastatteluissa ja kyselyssä suhteellisen hyväksi, sen avulla koettiin voivan ennakoida ja tarvittavaa tietoa on useimmissa tapauksissa saatavilla. Työn tarkoituksena mainittiin aiemmin olevan suurten tuottavuusprosenttien vaiheessa tietojärjestelmien parantava vaikutus. Haastattelut ja kyselyt kuvaavat vielä nykytilaa, jossa tuottavuusluvut voisivat olla selkeästi korkeammat ja parannusta haetaan muun muassa laatua, suunnittelua, materiaaalivirtaa ja henkilöstöä sekä kulttuuria parantamalla. Aineistosta tulee toki selville, millaisia uusia ominaisuuksia erityisesti MES-järjestelmään toivotaan ja millaisia ongelmia järjestelmissä on havaittavissa päivittäisessä toiminnassa. Yhteyden luominen tuottavuuden ja järjestelmien välille jää tutkijalle.

5.2 Datavirheiden analyysi data-analyysillä

Haastatteluissa ja kyselyssä tuli esille, että MES-järjestelmän kohdalla ongelmia datan laadussa voi ilmetä muun muassa juuri kyselyiden, virheraporttien ja vaiheistuksen yhteydessä. Seuraavissa kuvissa on esitetty konkreettisesti näitä virheitä kuvien avulla. Ensimmäisessä kuvassa 3.1 näkyy virheellinen vastaus sarjanumero- tai laatukysymykseen. Asentajalta on kysytty ohjauskeskuksen valmistajaa, johon on vastattu ”0”. Riippuen kysymyksen tyypistä siihen voi vastata avoimesti tai rajoitetusti. Tähän kysymykseen on täytynyt vastata jotain ja vastaaminen on ollut avointa, mutta vastaus ei vastaa kysymykseen.



Sarjanumero	Nimike	Tuotantotilaus	Avain	Kysymys	Vastattu	Vastaus
				Logiikan tulot/DCM: I_ajo-ohjain moottorin kierrokset --- kytkin (PIN)	27.9.2019 6.43.50	Kyllä
				Logiikan tulot/DCM: I_ajo-ohjain moottorin kierrokset --- kytkin (PIN)	27.9.2019 6.42.47	Kyllä
			cntrl_1x1_manf	Ohjauskeskuksen (TX1) valmistaja?	27.9.2019 6.44.14	0
			cntrl_1x1_serial	Ohjauskeskuksen (TX1) sarjanumero	27.9.2019 6.44.14	0

Kuva 5.1 Virheellinen vastaus sarjanumero- ja laatukyselyissä.

Seuraavassa kuvassa on esitetty tapaus, jossa järjestelmä on kysynyt samaa kysymystä useamman kerran. Samaan kysymykseen on vastattu kahdella tavalla. Tässä tapauksessa k-kirjaimella tarkoitetaan vaihtoehtoa kyllä ja e-kirjaimella vaihtoehtoa ei. Kuvassa 3.3 taas on tapaus, jossa järjestelmän sarjanumerokysely ei ole toiminut ja asentaja on tehnyt sarjanumerosta virheraportin, jotta se tallentuu kuitenkin järjestelmään. Vastaus on vain yksittäinen sarjanumero eikä kerro mitä osaa tai osakokoonpanoa se koskee.

Tuotantotilaus

Vastausaika

Select a date

Select a date

Sarjanumero

Nimike

Avain

TYHJENNÄ

HAE

Sarjanumero	Nimike	Tuotantotilaus	Avain	Kysymys	Vastattu	Vastaus
			p_sakkeli	Sakkelit?	27.12.2018 11.01.09	K
			p_kaavarinkiinnitin	Kiinnitin (kaavarin)?	27.12.2018 11.01.09	K
			p_kaavarinkiinnitin	Kiinnitin (kaavarin)?	21.12.2018 12.44.05	e
			p_kaavarinkiinnitin	Kiinnitin (kaavarin)?	21.12.2018 12.46.07	e
			p_kaavarinkiinnitin	Kiinnitin (kaavarin)?	21.12.2018 13.08.47	k
			p_kaavarinkiinnitin	Kiinnitin (kaavarin)?	27.12.2018 10.58.11	K
			p_kaavarinkiinnitin	Kiinnitin (kaavarin)?	27.12.2018 11.00.57	K

Kuva 5.2 Saman kysymyksen toistuminen ja toisistaan poikkeavat vastaukset.

Tuotteen tiedot

Tuotekoodi: | Nimike: | Tuotantotilaus:

Virheraportin perustiedot

Id	<input type="text"/>
Tila	Korjattu
Virhekohte	Muu kohde
Virhetyyppi	Kyselyvirhe tai -puute
Virheryhmä	Ohjevirhe tai muu kehitystarve
Virheen kuvaus	Kl: 5174428230
Korjaavat toimenpiteet	ok.
Raportoitu työvaiheessa	Moottorin varustelu
Raportoitu tehtävässä	Moottorin varustelu
Raportoitu paikasta	<input type="text"/> 4 D65

Kuva 5.3 Vähäinformaationen vastaus kysymykseen.

Alla olevan kuvan 3.4 virheraportti on tehty väärältä vaiheelta. Kyseiset sarjanumerot kysytään vasta vaiheella 2 ja kuten kuvasta näkyy, tämä raportti on tehty liian aikaisin, jo vaiheella 1. Vaiheella 1 järjestelmä ei kysy tätä kysymystä, joten sitä ei ole voinut kirjata suoraan. Tehty virheraportti on turha, koska sarjanumerot voitiin kirjata, kun oli siirrytty seuraavalle työvaiheelle.

Tuotteen tiedot	
Tuotekoodi	Nimike Sarjanumero Tuotantotilaus
Virheraportin perustiedot	
Id	
Tila	Korjattu
Virhekohde	Muu kohde
Virhetyyppi	Puuttuva sarjanumero
Virheryhmä	Ohjepuute tai muu kehitystarve
Virheen kuvaus	Kl: Fleetin numerot:5/N: KQ3000006730, IRIDIUM IMEI NUMBER: 300234030352010, SIM ICCID NUMBER: 89358021181026574581.
Korjaavat toimenpiteet	ok, korjattu
Raportoitu työvaiheessa	Vaihe 1 (asema 1)
Raportoitu tehtävässä	
Raportoitu paikasta	asema 1 D58

Kuva 5.4 Väärältä vaiheelta kirjattu raportti.

Yhdeksi ongelmaksi virheraporttien kohdalla mainittiin haastatteluissa myös nimikkeen puuttuminen raportista. Kuvan 3.5 raportissa on raportoitu generaattorin sopimattomuudesta, mutta ei mainittu generaattorin nimikettä. Mikäli nimikettä ei ole lisätty, lukee sen kohdalla ”Muu kohde”. Näin virheraportin käsittelijän tulee osata hakea nimike toisesta järjestelmästä, mikä vielä epätarkemmissa raporteissa on hankalaa. Lisäksi nimikkeen puute vaikeuttaa ongelman toistuvuuden seurattavuutta, kun raportteja on vaikea yhdistää toisiinsa tai koota kokonaisuuksiksi nimikkeen perusteella.

Tuotteen tiedot	
Tuotekoodi	Nimike Sarjanumero Tuotantotilaus
Virheraportin perustiedot	
Id	
Tila	Korjattu
Virhekohde	Muu kohde
Virhetyyppi	Parannusehdotus osaan tai dokumenttiin
Virheryhmä	Suunnittelun poikkeama
Virheen kuvaus	Kl: generaattorin suojakotelo ottaa generaattoriin kiinni. suunnitteluvirhe.
Korjaavat toimenpiteet	Suunnittelulla tiedossa, tehty muutospyyntö.
Raportoitu työvaiheessa	Vaihe 2 (asema 2)
Raportoitu tehtävässä	
Raportoitu paikasta	asema 6 D69

Kuva 5.5 Puuttuva nimike virheraportissa.

Räätälikoneiden vaiheistuksessa kokoonpanossa näkyy vain päävaiheet ja näiden alla muutama alivaihe. Kuvassa 3.5 on esitetty räätälikoneen kokoonpanon päävaiheet. Vaiheiden vähäisyys voi johtaa suuriin tuntimääriin yksittäisillä vaiheilla, kun asentajat eivät osaa määrittää, milloin siirtyä seuraavalle vaiheelle.

<ul style="list-style-type: none"> ▷ Hymod. kokoonpano ▷ Loppukokoonpano 1 (P) ▷ Loppukokoonpano 2 ▷ Loppukokoonpano 3 ▷ Loppukokoonpano 4 (P) ▷ Loppukokoonpano 5 ▷ Loppukokoonpano 6 (P) ▷ Loppukokoonpano 7 ▷ Toiminnalliset testit + sähkötestit (P) ▷ Koekäyttö ▷ Pesu ja maalaus ▷ Pakkaus (P)
--

Kuva 5.6 Räätälikoneiden vähäiset kokoonpanovaiheet.

Haastattelujen pohjalta ERP-järjestelmässä havaittavat datavirheet liittyvät materiaalin allokointiin kokoonpanovaiheille, vaiheiden ja koneiden aikatauluihin ja uudelleenajoitukseen sekä muihin aikatauluihin. Lisäksi MES-järjestelmässä esiintyvien väärin vaiheiden ja sarjanumero- ja laatukselyiden taustalla on virheet ERP-järjestelmässä, sillä koneiden rakenteiden vaihetiedot pohjautuvat ERP-järjestelmään luotuihin vaiheistuksiin. Ensimmäisenä datavirheenä on virhe vaiheistuksessa, joka on esitetty kuvassa 3.7. Vaiheelta 2 tehdyssä MES-raportissa pyydetään väärän alivaiheen siirtämistä oikealle vaiheelle 5. Kun alivaihe on väärällä vaiheella, myös alivaiheella tarvittavat osat tulevat väärälle vaiheelle. Alla olevassa kuvassa alivaihe ”Pääkuljettimen letkutus” on vaiheella kaksi, vaikka se on mahdollista tehdä asentajan mukaan vasta vaiheella viisi. Myös letkutukseen tarvittavat osat pyydetään virheellisesti vaiheelle kaksi. Kuvissa 1020 kuvaa vaihetta kaksi.

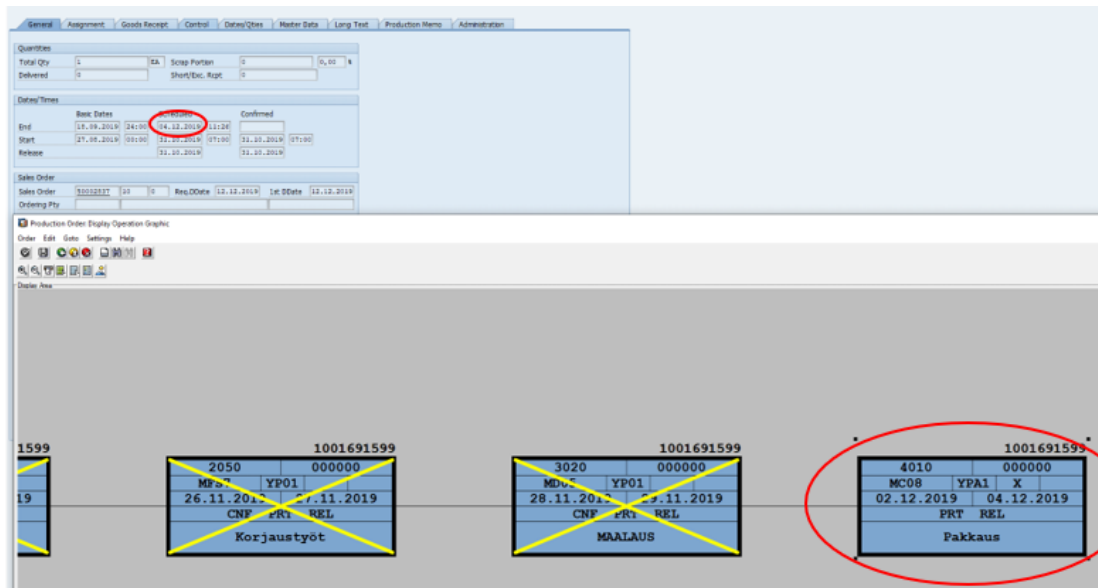
1020	MGS2	FI01 YP01	Vaihe 2 (asema 2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	EA
1020 0010	MGS2	FI01 YP07	Tahtiaka 8h	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	EA
1020 0020	MGS2	FI01 YP07	Hydrauliikka-voitelulaite letkutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	EA
1020 0030	MGS2	FI01 YP07	Hydrauliikkaapelsarjan asennus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	EA
1020 0040	MGS2	FI01 YP07	Runkokaapelsarjan asennus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	EA
1020 0050	MGS2	FI01 YP07	Murskan kumien asennus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	EA
1020 0070	MGS2	FI01 YP07	Generaattorin sähköistys USA/UK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	EA
1020 0075	MGS2	FI01 YP07	Generaattorin sähköistys EU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	EA
1020 0080	MGS2	FI01 YP07	Pääkuljettimen säätöruuvien asennus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	EA
1020 0090	MGS2	FI01 YP07	Pääkuljettimen palkin irroitus rungosta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	EA
1020 0100	MGS2	FI01 YP07	Pääkuljettimen asennus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	EA
1020 0110	MGS2	FI01 YP07	Pääkuljettimen letkutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	EA

BOM	00180191	Alt.BOM	1
-----	----------	---------	---

P...	L...	Path	It...	Component	Quantity	Sort String	U...	L...	B...	Act...	Seq.	C Material Description
<input checked="" type="checkbox"/>	1	7	0041		1		EA	L	<input checked="" type="checkbox"/>	1020	0	CONVEYOR MOD INST
<input type="checkbox"/>	1	7	0001		1		EA	L	<input type="checkbox"/>	1020	0	CONVEYOR SUPPORT
<input type="checkbox"/>	1	7	0002		1		EA	L	<input type="checkbox"/>	1020	0	SUPPORT
<input checked="" type="checkbox"/>	2	34	0003		1		EA	L	<input type="checkbox"/>	1020	0	PIPING HYDR
<input checked="" type="checkbox"/>	3	17	0001		1		EA	L	<input type="checkbox"/>	1005	0	VALVE ASSY MAIN CONVEYOR FOLD
<input type="checkbox"/>	3	17	0001		1		EA	L	<input type="checkbox"/>	1005	0	VALVE, DIRECTIONAL 02P40-1A1A1-GKZ1

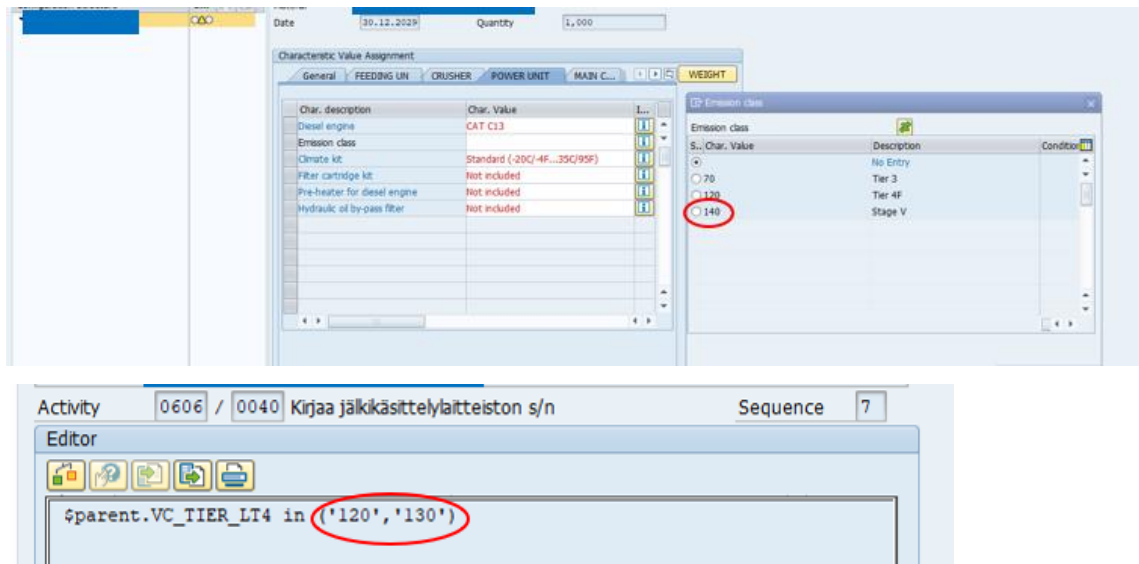
Kuva 5.7 Alivaihe ja osat väärällä vaiheella.

Seuraavassa kuvassa 3.8 on kuvattu virheellinen aikataulu. Ylempi ympyrä osoittaa suunnitellun valmistuspäivän olevan 4.12.2019, mutta kuvaa otettaessa (5.12.2019) viimeinen pakkausvaihe on vielä auki, koska vaiheen päällä ei ole rastia. Kone valmistuu todellisuudessa ERP-järjestelmässä olevaa päivää myöhemmin, mutta järjestelmään jää päivämääräksi tuo 4.12., mikä näkyy muun muassa johtoportaalille ja PowerBI-raporteissa. Tähän virheeseen olisi voitu vaikuttaa uudelleenajoittamalla myöhästyneitä vaiheita ajan tasalle, mutta vastaavan virheen esiintyessä useasti, se on kovin työlästä.



Kuva 5.8 Tekemättömästä uudelleenajoituksesta johtuva aikatauluvirhe.

Kuvan 3.9 datavirhe kuvaa puutteellisesta alivaiheen säännöstä johtuvaa kyselyvirhettä. Alivaiheille tehdään sääntöjä sen mukaan, minkä vaiheen halutaan näkyvän koneen kokoonpanon aikana. Jos sääntöä ei ole tässä tapauksessa, ei vaihetta kysytä. Alla olevassa kuvassa Stage V-moottoria kuvaa arvo 140, mutta alemmassa kuvassa ovat vain arvot 120 ja 130. Näin ollen tässä tapauksessa Stage V-moottorin kohdalla ei kysytä kysymystä, vaikka se pitäisi kysyä. Puutteellinen sääntö aiheuttaa kyselyvirheen MES-järjestelmään, mitä käsiteltiin MES-järjestelmän datavirheiden kohdalla.



Kuva 5.9 Puutteellinen alivaiheen sääntö.

Haastattelun ja kyselyn mukaan haastateltavat kokivat datan laadun yleisesti hyväksi tai melko hyväksi. Haastateltavat kokivat lisäksi, että datan pohjalta on mahdollista tehdä päätöksiä ja he voivat vaikuttaa datan laatuun. Edellä esiin nostetut esimerkit osoittavat,

että järjestelmissä esiintyy virheitä, vaikka niiden määrä kokonaisuuteen verrattuna olisi pieni. Lisäksi datavirheet, jotka tässä työssä nousivat esille johtuvat pääasiassa vääristä merkinnöistä ja puutteellisista prosesseista. Useimmat data-analyysilla havaituista virheistä eivät johdu siis järjestelmästä vaan ihmisistä. Toisaalta toisesta näkökulmasta asia voidaan nähdä siten, että järjestelmät mahdollistavat virheiden tekemisen. Tämän taustalla on esimerkiksi MES-järjestelmän manuaalisuus eli järjestelmä ei kirjaa mitään tietoja automaattisesti. Virheiden juurisyiden selvittämisessä on hyödynnetty kalanruoto-kaavioita, jotka on esitetty liitteessä D.

Kalanruotokaavioissa datavirheiden taustalla olevat tekijät on kategorioitu ihmisiin, järjestelmiin, valmistettaviin tuotteisiin, ympäristöön ja prosessiin. Eri kategorioiden alle on kerätty datavirheen syntymiseen vaikuttavia tekijöitä. Näille tekijöille voidaan edelleen määrittää syvempiä juurisyitä. Virheraportteihin ja laatukysymyksiin liittyvien datavirheiden taustalla on useimmin järjestelmän tekninen vika tai raportin kirjannut ihminen. Järjestelmien tekniset viat ilmenevät kyselyiden puuttumisina, väärinä kyselyinä ja kyselyiden toistumisina, minkä lisäksi järjestelmä ei kaikissa tapauksissa vaadi tietynlaista vastausta, kuten numeroita. Lisäksi palaaminen aiemmalle suljetulle vaiheelle ei onnistu. Kirjaajasta riippuvat virheet johtuvat muun muassa hänen motivaationsa puutteesta, kiireestä, opituista tavoista, myöhäisestä havainnoimisesta, huolimattomuudesta ja turhautumisesta. Lisäksi puuttuvan nimikkeen tai vähäinformatiivisen raportin tapauksessa syynä voi olla puutteellisten raporttien hyväksyntä ja epäselvä ongelman aiheuttaja. Väärien vastausten taustalla voi olla myös epäselvät toimintatavat, miten tapauksissa tulisi toimia. Lisäksi koneita tekevät monet henkilöt samaan aikaan ja vaiheita ei tehdä tietyssä järjestyksessä, mikä vaikuttaa myös raportoinnin sekavuuteen.

MES-järjestelmän vähäisten vaiheiden taustalla on järjestelmästä löytyvä suuri revisioiden määrä ja kaikkien revisioiden säilyminen järjestelmässä. Lisäksi järjestelmän kankeus tekee osaltaan muokkaamisesta ja tekemisestä hidasta, jolloin siihen ei edes ryhdytä. Lisäksi myöhäisessä vaiheessa tehtävät asiakasmuutokset, laaja tuotemix ja useat optio-osat tekevät yksittäisten tuotteiden hallinnasta hankalampaa.

ERP-järjestelmän väärillä vaiheilla olevat alivaiheet ja osat johtuvat ihmisten osalta siitä, että allokointi tehdään väärin ja asentajat toivovat erilaisia asennusjärjestyksiä. Koneille ei ole myöskään määritelty tiettyä kokoonpanojärjestystä tai allokoinnille valmista pohjaa. Allokointia joudutaan varsinkin uusien koneiden kohdalla tekemään näkemättä konetta. Näin on usein esimerkiksi räätäli- ja prototyypikoneiden kohdalla. Lisäksi rakennemuutoksia tulee paljon ja nopealla aikataululla, jolloin tahdissa pysyminen voi olla vaikeaa. Säännön vuoksi puuttuvat kyselyt johtuvat useimmiten huonosta kommunikoin-

nista ja vaillinaisesta tuotemuutosprosessista. Viimeisimpänä aikatauluvirheiden taustalla ovat koneen myöhästymiset erinäisien syitten takia ja uudelleenajoituksen tekemättä jättäminen sen haasteellisuuden ja vaatiman ajan vuoksi. Myös aikatauluvirheiden kohdalla taustalla on kommunikoinnin puute sekä ongelmat esimerkiksi laadussa ja materiaaleissa. Lisäksi aikatauluihin voi vaikuttaa koneiden priorisointi lopullisten laivauspäivien mukaan ja varastokoneiden jääminen taustalle sen vuoksi, että ne eivät ole menossa suoraan asiakkaalle.

MES- ja ERP-järjestelmien toiminnallisuuksista kysyttäessä haastateltavilla oli ehdottaa useita ideoita. MES-järjestelmään toivotuista ominaisuuksista useat ovat jo suunnitteilla ja niiden toteuttamista on aikataulutettu järjestelmävastaavien toimesta. Muutkin muutostiedat voivat olla hyvinkin toteutettavissa, mutta kohdeyritys määrittelee, mitä niistä lähdetään toteuttamaan. Tämän työn tavoitteena ei ollutkaan varsinaisesti kehittää ohjelmia vaan löytää tekijöitä, joiden avulla omaa toimintaa kehittämällä voitaisiin vaikuttaa tuottavuuteen ja tehostaa järjestelmien käyttöä ja lisätä niistä saatavaa hyötyä. Ideat järjestelmien parantamiseksi ovat tärkeitä, mutta niiden toteuttaminen on pitkäkestoista ja suuresti riippuvaista yrityksen ulkopuolisista toimijoista sekä muista toimijoista kuin tuotannosta. Tämän työn tuloksissa on tavoitteena löytää enemmänkin tekijöitä, joihin omalla toiminnalla pystytään puuttumaan. ERP oli jo ennen haastatteluja todettu tiedon pääasialliseksi lähteeksi ja keskipisteeksi, joten haastatteluissa sen kokeminen toimivaksi ei ollut ihmeellistä.

5.3 Yhteys tietojärjestelmien ja tuottavuuden välillä

Tarkasteltaessa yhteyttä tietojärjestelmien ja tuottavuuden välillä, voidaan nostaa esiin termi tuottavuusparadoksi. Tuottavuusparadoksi perustuu havaintoon, että tietotekniikasta saadut hyödyt eivät ole olleet suhteessa siihen panostettuihin rahamääriin. Investoinnit tietotekniikkaan eivät automaattisesti tai yksin johda parantuneeseen tuottavuuteen vaan olennaista on, kuinka järjestelmät implementoidaan ja saadaan palvelemaan yrityksen tavoitteita. Erään määritelmän mukaan tietotekniikka tuottaa vasta kun investointi tapahtuu oikeissa olosuhteissa ja hankkeeseen sisältyy jokin organisaation rakenteeseen vaikuttava toimenpide, joka voi olla esimerkiksi hierarkioiden purkaminen tai tutkimus- ja tuotekehitysmenojen vähentäminen. (Kettunen & Simons 2001, s. 191–192). Tuottavuusparadoksin laajuista näkökulmaa tietojärjestelmien ja tuottavuuden välille ei tässä työssä saada, mutta tietojärjestelmistä voidaan löytää tekijöitä, joilla on vaikutusta tuottavuuteen enemmänkin päivittäisen tekemisen tasolla.

Holmströmin, Korkmanin ja Pohjolan (2014) mukaan tieto- ja viestintäteknologialla (ICT) voidaan kasvattaa työn tuottavuutta kolmen kanavan kautta. Ensimmäinen kanava on teknologian nopeasta kehityksestä syntyvä kokonaistuottavuuden kasvu ICT-laitevalmistuksessa ja -palvelutuotannossa. Toinen on muun pääoman korvaaminen korkeamman tuottavuuden ICT-pääomalla eli tietokoneilla, tietojärjestelmillä ja ohjelmistoilla. Kolmantena on toimintatapojen muutos, jonka uusi teknologia mahdollistaa. Tässä työssä olennaisin kanava on toimintatapojen muutos ja jossain määrin mahdollisuus automatisoida prosesseja ja sen vaiheita. Itse asennustoiminnan automatisointi on rajallista, sillä asennus koostuu pääasiassa kokoonpanosta ja manuaalisesta työstä.

Tietojärjestelmien avulla tuottavuuteen on mahdollista vaikuttaa esimerkiksi uusien toimintatapojen, ajansäästön, suunnittelun ja ennakkoinnin sekä henkilöstön laajemman yhteistyön ja osallistumisen kautta. Uusilla toimintatavoilla voidaan vähentää ylimääräistä tekemistä tai nopeuttaa prosesseja. Yhteisten toimintatapojen luominen vähentää epäselvyyksiä ja tehostaa toimintaa. Tarpeettomien järjestelmien vähentäminen voidaan nähdä hukan poistamisena, jolla myös on suora vaikutus tuottavuuteen. Järjestelmien avulla tietoa voidaan jakaa kaikille tarpeellisille henkilöille ja ihmisiä voidaan yhdistää. Yhteiseen tavoitteeseen pyrkiminen helpottuu, kun tavoite on kaikille selvä ja jokaisella on samat lähtökohdat toiminnan muuttamiseksi. Kohdeyrityksessä erityisesti tuottavuuden läpinäkyvyyden lisääminen on tärkeää näiden lähtökohtien luomiseksi ja tavoitteen selkeyttämiseksi. Vaikuttamisen mahdollisuus ja yhdenvertaisuus kasvattaa motivaatiota, kun oman työnsä vaikutuksen voi nähdä ja asiat muuttuvat.

Tutkimuskysymyksessä kaksi tavoitteena oli selvittää, miten parempi datan laatu vaikuttaa tuottavuuteen. Myös tuottavuusparadoksi liittyy tähän yhteyteen. Kohdeyrityksessä edellisessä luvussa esitettyjen datavirheiden väheneminen mahdollistaa ajankäytön muuhun ja vaikuttaa mahdollisesti koko koneen läpimenoaikoihin. Esiintyvien virheiden käsittely vie turhaa aikaa ja turhauttaa työntekijöitä. Väärä tieto aiheuttaa myös myöhemmissä vaiheissa ongelmia, kun tarvittava tieto ei ole yksiselitteisesti tai ollenkaan löydettävissä. Puuttuvilla sarjanumeroilla voi olla vaikutusta asiakkaaseen saakka ja tarkastamattomat laatukysymykset voivat johtaa hyvin nopeasti ilmaantuviin laatuongelmiin. Vähäisestä vaiheistuksesta aiheutuvat väärille vaiheille kirjatut tunnit taas vaikuttavat kohdeyrityksessä suoraan tuottavuuteen. Väärät alivaiheet ja osien allokointi vie materiaaleja väärille vaiheille ja voi aiheuttaa niiden myöhästymisiä, millä on vaikutus tuotteiden läpimenoon. Suunnittelulla ja ennakkoinnilla voidaan yleisesti vähentää huomattavasti virheitä ja poistaa hukkaa. Ennakointi mainittiin myös haastatteluissa, kun virheraporttien informatiivisuutta pyrittiin parantamaan opastamalla hyvän virheraportin tekemistä. Nimikkeettömien, vähäinformatiivisten ja vääriä vastauksia sisältävien raporttien ongelmat

voitaisiin poistaa suurelta osin, jos virheraporttien teko olisi ohjattu oikein ja epäinformatiivisesta raportista annettaisiin palautetta.

Tutkimuskysymyksen kolme tavoitteena oli määrittää kohderyhmän vaikuttavuutta tuottavuuteen ja heidän kokemuksiinsa. Kukaan haastateltavista ei ajatellut, että heillä ei olisi mahdollisuutta vaikuttaa tuottavuuteen positiivisesti. Kaikilla oli uskoa tuottavuuden parantamiseen ja näkökulmia siihen, miten tuottavuutta voitaisiin lähteä kehittämään. Selkeästi tuottavuus koettiin hyvin tärkeäksi, mutta sen mittaaminen kohdeyrityksessä koettiin vaikeaksi. Tuottavuuden laskemiseen käytettyjen tuntien alkuperä ei ole kenenkään tiedossa ja haastateltavat kokivat peilaavansa tekemistään epärealistisiin arvoihin. Tuottavuuden yhteydessä tietojärjestelmät tulivat esille vain siinä yhteydessä, kun useiden järjestelmien käytön koettiin aiheuttavan hukkaa. Tietojärjestelmien kehittäminen perustuu usein uuden järjestelmän lisäämiseen, ei vanhan poistamiseen. Näin myöskään kukaan ei määrittänyt tietojärjestelmiä tuottavuuden kehityksen avaintekijäksi eikä esteeksi haastatteluissa. Kyselyssä kysyttiin kummassakin osuudessa visualisoinnin merkitystä päivittäisen tekemisen sekä tuottavuuden havainnollistamisessa. Visualisoinnin kautta voidaan myös muodostaa yhteys järjestelmien ja tuottavuuden välille, sillä tiedon visualisoinnin koettiin olevan hyvin olennaista ja järjestelmät mahdollistavat sen.

Haastattelun ja kyselyn tuloksista pidettiin haastateltaville esitys, jotta he pääsivät näkemään mitä mieltä muut olivat olleet. Tilaisuus mahdollisti lisäkeskustelun aiheesta sekä seuraavien askeleiden määrittämisen. Tilaisuuden pohjalta määritettiin myös muutamia myöhemmin työssä esitettjä kehitysehdotuksia, joten kohderyhmällä oli vaikutusta myös niiden määrittelyyn. Haastateltavat kokivat palaverin hyväksi ja yritykselle ajankoh- taiseksi. Haastateltavissa itsessään heräsi ajatus, seuraavatko he tuottavuutta tarpeeksi, vaikka vastasivat kyselyyn seuraavansa tuottavuutta paljon. Lisäksi palaverissa oli kummankin osaston henkilöstö paikalla ja oli mahdollista keskustella yhdessä tehtaan tavoit- teista ja kommunikoinnista.

5.4 Tutkimuksen kokonaisluotettavuus

Tutkimuksen kokonaisluotettavuus muodostuu reliabiliteetista ja validiteetista, joiden pe- rusteella sitä voidaan arvioida. Kokonaisluotettavuuden kautta voidaan tarkastella muun muassa tutkimuksen onnistuneisuutta ja oikeutta. Työssä on jo tullut esille reliabiliteettiin ja validiteetin liittyviä asioita, mutta tässä luvussa on arvioitu työn laadullista ja määräl- listä tutkimusta kootusti. Reliabiliteetti ja validiteetti määritellään eri tavoin laadulliselle ja

määrälliselle tutkimukselle. Tarkastelussa on lähdetty liikkeelle laadullisesta näkökulmasta ja sen jälkeen kommentoitu määrällistä puolta.

Laadullisen tutkimuksen reliabiliteettia tutkittaessa korostetaan analyysin systemaattisuutta ja tulkinnan luotettavuutta. Systemaattisessa analyysissä kuvataan tehtyjä valintoja, rajouksia ja analyysin etenemistä ohjaavia periaatteita sekä luotettavuuden lisäämiseksi näytetään, mistä aineisto koostuu ja mihin päähavainnot rakentuvat. Validiteettia taas voidaan tarkastella arvioimalla kerättyjen aineistojen ja niistä tehtävien tulkintojen käypyyttä. (Ruusuvuori et al. 2010). Systemaattisesta näkökulmasta haastattelun ja kyselyn valinta nykytila-analyysin tutkimusmenetelmiksi oli onnistunut, koska niillä kerätty tieto oli hyvin ajankohtaista ja ihmisten avulla oli mahdollista selvittää kokemuksen kautta järjestelmien ja tuottavuuden toimivuutta. Data-analyysi tuki haastatteluissa ilmi tulleita asioita ja osoitti, että datan laadussa havaitut heikkoudet johtuvat suurelta osin väärästä tavasta merkitä tietoa. Pelkkä data-analyysi tässä työssä ei olisi havainnollistanut myöskään henkilöstön panostuksen vaikutusta tuottavuuteen eikä nostanut esille kehitystekijöitä yhtä selkeästi. Myös järjestelmien kohdalla toimivuuteen vaikuttaa se, miten käyttäjä kokee järjestelmän. Kysely auttoi priorisoimaan kehitysehdotuksia nostamalla esiin merkittävimmät haasteet. Myös työn rajoituksissa onnistuttiin, vaikka sekä tietojärjestelmät että tuottavuus ovat suuria kokonaisuuksia. Haastattelun kohderyhmällä oli mielipiteitä teemoihin liittyen, järjestelmät ja tuottavuus ovat hyvin ajankohtaisia asioita yrityksessä ja kehitysehdotukset ovat järkeviä toteuttaa. Työn päähavainnot pohjautuvat haastattelun ja kyselyn tuloksiin, data-analyysiin sekä henkilöstölle pidettyyn palaveriin tutkimuksen tuloksista. Haastattelututkimus ei ollut kovin laaja, mutta laadultaan se oli hyvä. Laadua voidaan pitää hyvänä, koska kaikki haastateltavat vastasivat, dokumentointi oli onnistunut ja vastauksia käsiteltiin johdonmukaisesti eikä menetelmää vaihdettu kesken tutkimuksen (Hirsjärvi & Hurme 2011, s. 185).

Haastattelun kohderyhmä oli pieni ja siihen kuului vain tuotannon toimihenkilöitä, vaikka asentajiakin olisi voitu haastatella. Rajaukseen vaikutti eniten tietojärjestelmien käytön taso, joka toimihenkilöillä on korkeampi. Lisäksi ERP ei ole asentajien käytössä lainkaan. Erityisesti tuottavuuden henkilöstölähtöisyyden näkökulmasta asentajien haastattelu olisi ollut merkityksellistä. Tuottavuuttahan mitataan asentajien suorituskyvyn perusteella ja he tietävät parhaiten, miten heidän työnsä edellytyksiä voitaisiin parantaa. Toimihenkilöihin kuului kuitenkin useampi työnjohtaja, jotka tietävät hyvin asentajien kokemuksia ja osasivat tuoda myös heidän näkökulmaansa työhön. Tietojärjestelmät muodostivat niin suuren osuuden työstä, että työn laajuuden kannalta oli kannattavaa rajata

kohderyhmä toimihenkilöihin. Muuten haastattelujen olisi pitänyt olla erilaisia eri henkilöille ja tutkimus olisi laajentunut.

Validiteetin näkökulmasta haastattelun ja kyselyn heikkoutena voidaan yleisesti nähdä niiden suuri riippuvuus ihmisistä ja mielipiteistä. Haastattelun luotettavuutta voi heikentää esimerkiksi taipumus antaa sosiaalisesti suotavia vastauksia ja sen konteksti- ja tilannesidonnaisuus (Hirsjärvi et al. 2007, s. 201). Tässä työssä haastattelun ja kyselyn vastauksissa ihmiset olivat paljolti samaa mieltä ja kyselyissä vastaukset sijoittuivat suurelta osin keskivaiheelle tai paremmalle puolelle. Tässä voi olla hieman taustalla halu antaa positiivissävytteisiä vastauksia. Lisäksi haastatteluja tehdessä havaittiin, että vastaamiseen vaikutti muun muassa se, että kysymyksiä ei jaettu kirjallisena etukäteen, vastauksia kirjattiin ylös henkilön silmien edessä, henkilöstön työtehtävät olivat hyvin erilaisia sekä taloudellinen tilanne oli heikompi. Tässä näkyy juuri tämän hetkisen tilanteen vaikutus. Se, että haastateltava näki vastauksia kirjoitettavan ylös, sai heidät pohtimaan pidempään, mitä sanoa. Haastattelijan näkökulmasta muistiinpanojen kirjaaminen vaati paljon keskittymistä ja asiat tuli kirjata todella nopeasti. Keskittyessä muistiinpanojen kirjaamiseen lisäkeskustelu kysymyksistä oli hankalaa ja kirjoittamisen aikana haastateltava saattoi siirtyä jo seuraavaan kysymykseen. Kerätyn aineiston avulla oli kuitenkin mahdollista vastata kaikkiin määriteltyihin tutkimuskysymyksiin. Tulkintaa tehdessä kehitysehdotuksien ja päätelmien taustalla vaikuttaa päivittäisen toiminnan seuranta tutkimuksen tekemisen ohella, mikä osaltaan johti niitä prosessien toimimattomuuden ja henkilöstölähtöisyyden suuntaan.

Määrällisen tutkimuksen kohdalla taas Vilkan (2007, s. 149–152) mukaan reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia ja validiudella tutkimuksen kykyä mitata sitä, mitä oli tarkoitus mitata. Reliabiliteettia voidaan arvioida muun muassa vastausprosentin, mittausrvirheiden ja mittaustulosten siirron näkökulmista. Tämän työn haastatteluiden ja kyselyn vastausprosentti oli sata prosenttia, sillä kaikki valitusta otannasta vastasivat kumpaankin. Vastaajien ei ollut mahdollista myöskään palauttaa kyselyssä asiattomia lomakkeita, sillä jokainen kysymys oli pakollinen ja vastauksen tuli olla vastausvaihtoehtojen joukossa. Pakollisuudesta johtuen vastaajan tuli ottaa kantaa jokaiseen kysymykseen ja mikäli tieto kysymykseen liittyen oli vähäinen, arvioida sopivinta vastausvaihtoehtoa. Arviointi heikolla pohjalla vaikuttaa kyselyn reliabiliteettiin.

Kyselytutkimuksessa kysymysten ja vastausvaihtoehtojen asettelu saattaa aiheuttaa mittausrvirhettä tutkimukseen. Laajoissa kysymyksissä vastaaja voi esimerkiksi kokea jonkun asian hyväksi ja toisen asian huonoksi ja arvioida lopullisen vastauksen kyselyyn toiseen ääripäähän. Useampi vastausvaihtoehtoinen kysely ilmaisee vastaajan mielipi-

dettä tarkemmin, mutta toisaalta myös vaikeuttaa vastaajan vastaamista, mikäli hän esimerkiksi arpoo useamman vaihtoehdon välillä. Haastattelukysymysten kohdalla konkreettista mittausvirhettä tässä työssä aiheuttaa kysymysten takana olleet piilokysymykset. Tällä tarkoitetaan tietämystä, joka vastaajalla tuli olla esimerkiksi kysyttäessä tuottavuustavoitteesta tai tuottavuuden mittausmenetelmästä. Erityisesti tuottavuustavoitteen kohdalla osa saattoi arvioida omaa tavoitetta ja osa kokonaistavoitteen määrittelyn jälkeen kokonaistavoitetta. Kummankin kysymyksen kohdalla määritelmä esitettiin, mikäli kävi ilmi, että se ei ollut selvä. Kysymysten monitulkintaisuutta oli pyritty vähentämään liittämällä kysymyksiin selityksiä termeistä, kuten datan laadusta ja tuottavuusesteistä. Monitulkintaisuudella on vaikutusta myös myöhemmin käsiteltävään validiuteen.

Tietojen syöttämisestä aiheutuvaa virhettä pyrittiin minimoimaan Internetin kautta tehtävällä kyselyllä ja vastausten kirjaamisella haastattelutilanteissa. Sähköinen kysely mahdollisti tietojen siirtämisen kyselylomakkeelta Exceliin, minkä vuoksi tiedon käsittelyyn liittyviä virheitä oli mahdollista syntyä vain käsiteltäessä numeroita Excelissä. Google Forms teki vastauksista automaattisesti pylväsdiagrammit, joihin Excelillä tehtyjä diagrammeja oli mahdollista verrata. Haastattelujen muistiinpanoja läpikäydessä ei ilmennyt epäselviä merkintöjä, joiden vuoksi vastauksia ei olisi voitu hyödyntää. Lisäksi haastattelumuistiinpanot käsiteltiin pian haastattelujen jälkeen, joten osa keskusteluista oli vielä muistissa.

Validiuden näkökulmasta myös kysymysten ja vastausvaihtoehtojen sisällöllä ja muotoilulla on merkitystä (Vilkkä 2007, s. 150). Näiden vaikutusta tässä työssä arvioitiin jo reliabiliteetin kohdalla. Laajemmalla asteikolla saataisiin tarkempia mielipiteitä ja en osaa sanoa-vaihtoehdon puuttuminen oli perusteltua, vaikka siihen suhtauduttiin eri tavoin. Mielipiteettömän vaihtoehdon puuttuminen kuitenkin kallisti vastausta suuntaan tai toiseen, kun haastatteluissa vastaajan oli mahdollista antaa ympäröivämpiä vastauksia. Epätarkkuutta mittauksessa työn tutkimuskysymysten kannalta voi aiheuttaa haastatteluiden ja kyselyn jakaminen kahteen osaan. Tietojärjestelmiä ja tuottavuutta tarkasteltiin kahtena eri kokonaisuutena ja niiden yhteyteen liittyen ei esitetty tarkkaa kysymystä. Yhteyden löytäminen asioiden väliltä riippuu täysin tutkijan tulkinnasta. Validiuteen vaikuttava tekijä on myös lomakkeen ja haastattelukysymysten testaus, jota ei varsinaisesti suoritettu tätä työtä varten. Kysymyksiä kyllä käytiin läpi useamman henkilön kanssa.

Tästä tutkimuksesta tekee hyvin yrityskohtaisen sen perustuminen kohdeyrityksen henkilöstön mielipiteisiin sekä yrityksen hieman poikkeuksellinen tuotantomuoto. Valmistettava tuote on omanlaatuinen, joten niin on myös sen valmistus. Lisäksi yrityksen MES-järjestelmä on suurelta osin kustomoitu yrityksen tarpeisiin, jolloin vastaavaa ei löydy

muista yrityksistä. Näiden syiden takia haastatteluissa esille tulleet haasteet ja muut tekijät eivät ole suoraan sovellettavissa muihin yrityksiin. Tulosten mukaisia kehitysehdotuksia voidaan kuitenkin soveltaa myös muualla. Tekemisen yhtenäistäminen, henkilöstön osallistumisen ja vastuun lisääminen, kommunikoinnin ja johtamisen parantaminen sekä tiedon visualisointi ovat tärkeitä asioita kaikissa yrityksissä.

Lopuksi vielä verrattaessa tuloksia teorian kanssa, voidaan todeta, että kuten teoriassa todettiin, visualisointi toimii tietokeskuksena ja sen tarjoama tieto muodostaa reaaliaikaisen kuvan sen hetkisestä tilanteesta. Teorian mukaan myös, yrityksen tietojärjestelmät ovat helpommin saatavilla toimihenkilöille, jotka työskentelevät tietokoneella. Asentajille tietoa voitaisiin visualisoida näistä järjestelmistä visualisointinäyttöillä, mutta työn kohdeyrityksessä ne puuttuvat tällä hetkellä. Syynä on paljolti se, että ei olla selvitetty, mitä näyttöillä kannattaisi näyttää. Kohdeyrityksessä on siis tietokatko lattiataason ja tietojärjestelmien välillä. Tarkasteltaessa itse tietoa ja sen laatua, yrityksen datan laadun voidaan olla alueella kolme datan laadun luokittelumallissa, joka esitettiin luvun 2.2.4 kuvassa 2.7. Alueella kolme oleellista tietoa on saatavilla, mutta sen laadusta johtuen siihen perustuvat päätökset voivat saada aikaan negatiivisia vaikutuksia. Nämä näkyivät esimerkiksi data-analyysillä poimituissa datavirheissä. Kohdeyrityksessä on havaittavissa myös poikkeavuuksia tiedossa järjestelmien välillä, mikä mainittiin datan epä johdonmukaisuuksien yhteydessä teoriassa. Lisäksi haastatteluissa kävi ilmi, että kohdeyryhmässä vaikutetaan paljon datan laatuun ja tehdään ennakoivia toimenpiteitä sekä korjauksia sen parantamiseksi. Tämä on osa jokapäiväistä toimintaa ja vie osansa työajasta. Myös teoriaosuus tuki tätä, sillä siellä todettiin, että data vaatii jatkuvaa arviointia.

Tuottavuuden osalta tuli jo useamman kerran esille, että teoreettista tuottavuutta ei voida suoraan verrata kohdeyrityksen tuottavuuteen, sillä kohdeyrityksessä mitataan työvoiman suorituskykyä. Tästä syystä myös eniten yrityksen tuottavuusluvuihin näkyy työvoiman tuottavuus. Tutkimuksessa tuli esille myös muun muassa laadun, suunnittelun ja materiaalivirtojen vaikutus tuottavuuteen, joiden teoriassa todettiin vaikuttavan seisokkiaan ja työajan kautta kokoonpanotuotannon tuottavuuteen. Vaikka yrityksessä ei voida suoraan parantaa teorian tuotos-panos-suhdetta, voidaan silti katsoa tuottavuuden kehityksen perustuvan ajatukseen, jossa pyritään saamaan samoilla panoksilla enemmän tuloksia aikaan, joka on yksi suhteen parannusnäkökulmista. Erityisesti työn tuloksistakin näkyy, kuinka henkilöstölähtöisyys on merkittävää osallistumisen ja kehitysvastuun kautta tuottavuuden parantamiseksi. Kuten Uusi-Rauvakin totesi teorian lähteessä, tuottavuuden taustalla on suhtautuminen tekemiseen siten, että aina voi tehdä paremmin.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET

Tehdyn tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että tutkimuksen aihe on kohdeyrityksessä hyvin ajankohtainen. Tutkimuksen kohteena olleet tietojärjestelmät ja tuottavuus ovat laajoja ja haasteellisia käsitteitä, mutta nykytila-analyysissa esille tuli paljon erilaisia kehityskohteita ja haastateltavilla oli paljon sanottavaa aiheisiin liittyen. Esiteltäessä nykytila-analyysin tuloksia ihmisillä oli antaa positiivista palautetta aiheen tärkeydestä, ja ne saivat heidät pohtimaan heidän omaa päivittäistä toimintaansa sekä osastojen välistä yhteistyötä. Työn avulla saatiin lisättyä paljon tietoisuutta haastateltavien keskuudessa ja heidän sekä jatkotoimenpiteiden avulla tietoisuutta ja ymmärrystä voidaan lisätä myös muilla tasoilla.

Haastatteluissa ei noussut esille, että tietojärjestelmät tai niiden sisältämä data koettaisiin hidasteeksi tuottavuutta kehitettäessä. Datasta löytyy kyllä virheitä, jotka tulivat esille analysoinninkin yhteydessä, mutta ne ovat suhteellisen pieniä ja niihin on helppo vaikuttaa pienillä teoilla. Lisäksi virheiden voidaan katsoa johtuvan prosesseista eikä järjestelmistä, vaikka järjestelmien manuaalisuuden voidaan nähdä mahdollistavan virheiden tekemisen. Esimerkiksi myös MES-järjestelmän Andonin merkityksen lasku ei johdu järjestelmästä vaan prosessista, jolla apupyynnöön reagoidaan. Järjestelmätoimittaja on toimittanut toivotun järjestelmän ja siihen liittyvät haasteet riippuvat kohdeyrityksen määrittelyistä ja käytöstä. Kokonaisuudessaan erityisesti MES-järjestelmästä on ollut paljon puhetta ja sitä ei ole koettu toimivaksi, mutta loppujen lopuksi sen vaikutus tuottavuuteen on vähäinen ja ongelmat järjestelmässä lähinnä turhauttavat. Datan laatu koettiin siitä kysyttäessä hyväksi ja siihen voidaan perustaa päätöksiä, joten tuottavuutta pitää voida kehittää eri kautta. Lisäksi monissa tapauksissa data on oikeaa, mutta oma toiminta pitäisi muuttaa vastaamaan sitä. Mikään suunnitelma ei ole toimiva, jos sitä ei saavuteta oikeasti. Tämä ymmärrettiin myös haastateltavien kanssa tuloksia läpikäydessä. Järjestelmiin löytyi paljon parannusideoita, jotka on koottu tähän työhön ja joita voidaan tarvittaessa jatkokehittää toiminnan tehostamiseksi ja sujuvoittamiseksi. Työn jatkoon kannalta keskityttiin kehittämään kommunikointia ja sen kautta tiedon jakamista ja osallistamista, johtamista sekä visualisointia. Lisäksi haettiin erilaisia muutoksia prosesseihin, joilla omaa tekemistä voitaisiin optimoida.

Sekä tietojärjestelmien että tuottavuuden osalta haastatteluissa ja kyselyssä nousi selkeästi esille tarve levittää tietoa yleisesti ja erityisesti visualisoinnin muodossa. Käytössä on MES-järjestelmän visualisointi, mutta se on hyvin vanhanaikainen eikä se sisällä kaikkea tarvittavaa tietoa. Työn tekemisen aikana tämä visualisointi korvattiin toisella, joka

on suurelta osin samankaltainen kuin edellinen, mutta se on toteutettu PowerBI-ohjelman kautta ja toiminta on nopeampaa. Tuottavuutta ei tällä hetkellä visualisoida tuotannossa kuin toimihenkilöille ja johdolle. Esille nousi toiminnan ja tuottavuuden visualisoinnin lisäys lattiatasolle, jotta asentajilla on myös mahdollisuus seurata työnsä vaikutusta enemmän.

Tuottavuus koettiin kokonaisuudessaan hyvin oleelliseksi ja haastatteluissa tuli esille hyviä ideoita sen kehittämiseksi. Tietoisuus nykytilasta ja tavoitteista oli sekä toimihenkilöiden että asentajien keskuudessa hieman hämärän peitossa ja tuloksia käsiteltäessä kohderyhmässä ymmärrettiin, että tuottavuuden seuraaminen ei kaikilla ole riittävää. Esille nousi kysymys, kuinka usein tuottavuutta tulisi seurata, jotta se olisi riittävällä tasolla. Tuottavuuden mittaustapa koettiin haastatteluissa toimivaksi, sillä se kuvastaa paljolti omaa tekemistä. Yrityksen tasolla teoreettinen mittaaminen ei noussut kynnyskysymykseksi ja esiin tuli myös vaikeudet mitata tuottavuutta toisella tavalla. Mittaustapaan ollaan kuitenkin mahdollisesti tekemässä muutoksia lyhyellä aikavälillä, jotta se huomioisi muutakin kuin tehdyt työtunnit. Tuottavuudesta on kokonaisuudessaan saatu yrityksessä melko sekava kokonaisuus. Ihmisten motivaatioon vaikuttavat palkkiomittarit ja tuottavuusmittarit ovat sekavia ja hyvin harvalla on tietoa, mistä luvut taulukoihin saadaan. Vaikka teoriassa tuottavuusmittari koettiin toimivaksi, ei se henkilöstön mukaan ole todenmukainen ja tekemistä peilataan epärealistisiin arvoihin. Mittaustavan muutoksella tähän voidaan jo vaikuttaa, mutta kenties tietoisuutta laskennasta tulisi siinäkin tapauksessa lisätä.

Periaatteessa puuttumalla kaikkiin järjestelmissä havaittaviin ongelmiin voidaan tehostaa toimintaa ja tätä kautta vaikuttaa tuottavuuteen. Vaikka haastatteluissa ei suoranaisesti kysytty järjestelmien ja tuottavuuden välisestä suhteesta eikä tuotantojärjestelmät nousseet niissä merkittäväksi esteeksi, voidaan järjestelmien tarjoaman tiedon ja sen visualisoimisen kautta löytää yhteys tiedon ja tuottavuuden välille. Toimivat järjestelmät nopeuttavat ja helpottavat tekemistä, jolloin myös hukkaa poistuu säästyvän ajan muodossa. Lisäksi järjestelmät mahdollistavat kaikille samat lähtökohdat tasavertaiseen osallistumiseen tiedon kautta, millä on myös vaikutusta tuottavuuteen. Yhteisten tavoitteiden selkeys ja henkilöstön halu kehittää ja osallistua ovat merkittäviä tekijöitä. Järjestelmillä on myös toimintatapoja muuttava vaikutus, jotka nekin vaikuttavat.

Työn pohjalta määritellyt jatkotoimenpiteet voidaan jakaa karkeasti neljään kategoriaan, jotka ovat henkilöstö, MES-järjestelmä, tuotemuutosprosessi ja tietoisuus tuottavuudesta. Kaikkia kategorioita koskee tarve parantaa läpinäkyvyyttä. Henkilöstöä koskevat kehitysideat liittyvät motivointiin, johtamiseen ja kommunikointiin. Kaikkia näitä yhdistää visualisointi ja tarve tiedon jakamisen lisäämiselle. Tietoisuuden kasvatus johtaa oma-

aloitteisuuteen ja itseohjautuvuuteen ja tätä kautta pienempään päivittäisjohtamistarpeeseen ja parempaan motivaatioon. Kommunikoinnin näkökulmasta oleellista olisi myös määrittää yhteiset tavoitteet, sillä nyt yrityksen eri osastot pyrkivät pääasiallisesti omaan tavoitteeseensa. Tavoitteiden asettaminen päivittäisellä tasolla olisi myös merkittävää, sillä päivittäinen tahti vaihtelee nyt paljon.

Työtahdin lisäksi päivittäisessä tekemisessä on tällä hetkellä paljon poikkeavuuksia. Jatkotoimenpiteiden taustalla on tämän vuoksi myös tarve yhtenäistää toimintaa esimerkiksi päivittäisjohtamisen, datan ja työohjeiden osalta. Nämä lukeutuvat MES-järjestelmä-, tuotemuutosprosessi- ja tuottavuuskategorioiden alle. Näiden kategorioiden kehitysehdotuksia on arvioitu matriiseilla, jotka löytyvät liitteestä E. MES-järjestelmän osalta kaikki tiedonkeruu on tällä hetkellä manuaalista ja näin virhealtista. Tätä voitaisiin vähentää esimerkiksi viivakoodeilla, joista voitaisiin lukea suoraan esimerkiksi numerotiedot järjestelmään. MES-järjestelmän ylläpitoon voitaisiin perustaa myös kehitysryhmä, jonka vastuulla olisi sen kehittäminen ja ongelmien ratkominen. Suurempia investointeja järjestelmän suhteen voidaan suunnitella pidemmällä aikavälillä ja niillä voitaisiin ratkaista esimerkiksi ongelmat vanhanaikaisuuteen ja teknisiin puutteisiin liittyen.

Tuotemuutosprosessin osalta suurimmat kehityskohteet ovat prototyyppien teon lisääminen ja jäädytysrajan määrittäminen tuotteisiin. Yrityksessä tuotteisiin tehdään paljon muutoksia ja asiakkaalle halutaan tarjota mahdollisuus valita eri optioita hyvin joustavasti vasta myöhäisissä vaiheissa. Näillä on tuotantoa sekaannuttava ja hidastuttava vaikutus. Suuren tuotemuutosmäärän vuoksi myös niiden tuomisen tulisi olla läpinäkyvää. Asentajien tietoisuutta tulevista muutoksista ja heidän määrittelemien muutospyyntöjen etenemisestä tulisi lisätä. Tuotemuutoksia voisi priorisoida suunnittelussa esimerkiksi niiden taloudellisen vaikuttavuuden mukaan. Näiden lisäksi koneiden kokoonpanoa ja läpime-
noa helpottaisivat erilaiset valmiudet, jotka asennettaisiin joka kerta.

Viimeisenä kategoriana tuottavuuden osalta sen visualisointia tulisi lisätä ja näin kasvattaa tietoisuutta. Lisäksi ihmisiä tulisi motivoida tuottavuutta parantaviin toimiin selkeyttämällä mittareita ja tarjoamalla esimerkiksi erilaisia kannustimia. Mittareiden selkiyttämisessä todellisia työtunteja voitaisiin mitata työaikamittauksen avulla, jolloin standarditunneille saataisiin todenmukaisempia arvoja. Jo mittareiden selventämisellä ja niiden toimivuuden osoittamisella voidaan luoda uskoa ihmisiin ja osoittaa, että heidän työllään on merkitystä. Näin myös mittareiden ja mittauksen aiheuttamien ongelmien taakse ei voida piiloutua eikä niitä voida nostaa jatkuvasti esille.

Työn pohjalta yrityksessä havaittiin tarve ohjeistuksen lisäämiseen ja palautteen antamiseen erityisesti datavirheiden vähentämiseksi. Datavirheiden ja kohderyhmän näkökulmien kautta saadaan kiinnitettyä myös ylempiasemaisten henkilöiden huomio järjestelmien sekä tuottavuuden käsitteen, mittaamisen ja toteutumisen haasteisiin. Työ on myös arvokas, sillä se kuvastaa merkittävien tuotantolinjojen henkilöstön kokemuksia kahteen yrityksen toiminnan kannalta tärkeään teemaan. Työssä muodostetaan kokonaiskuva tämän hetken tilanteesta ja huomioidaan tulevaisuuden merkittävät muutokset. Seuraavassa luvussa esitetyn kehitysehdotusten roadmapin aikataulun avulla voidaan hahmottaa, millaisia asioita tulisi huomioida ja mitä voitaisiin muuttaa ennen mahdollista uutta tehdasta. Muutaman roadmapissa mainitun ehdotuksen toteuttaminen käynnistettiinkin jo tämän työn aikana. Lisäksi työstä voidaan poimia tekijät, jotka tukevat nykyisen tehtaan toimintaa ja mistä niistä olisi hyötyä myös mahdollisella uudella tontilla. Mahdollisen suuren muutoksen edessä on mahdollista muuttaa monia asioita ja luopua huonommiksi koetuista menetelmistä.

7. YHTEENVETO

Tämän diplomityön tarkoituksena oli nykytila-analyysin pohjalta selvittää keinoja tuottavuuden nostamiseksi. Päänäkökulmaksi valittiin tuotannon tietojärjestelmistä MES- ja ERP-järjestelmien vaikuttavuus, sillä ne olivat olleet haasteellisuutensa vuoksi esillä viime aikoina. Tutkimuskysymyksillä haluttiin selvittää, millaista dataa järjestelmistä käytetään ja onko datan laadulla ja järjestelmillä vaikutusta tuottavuuteen. Lisäksi tutkittiin henkilöstön vaikuttavuutta ja suhtautumista kehitykseen. Heitä pyydettiin myös määrittelemään tuottavuuden kehittämisen avaintekijät sekä tuottavuusesteet yrityksessä.

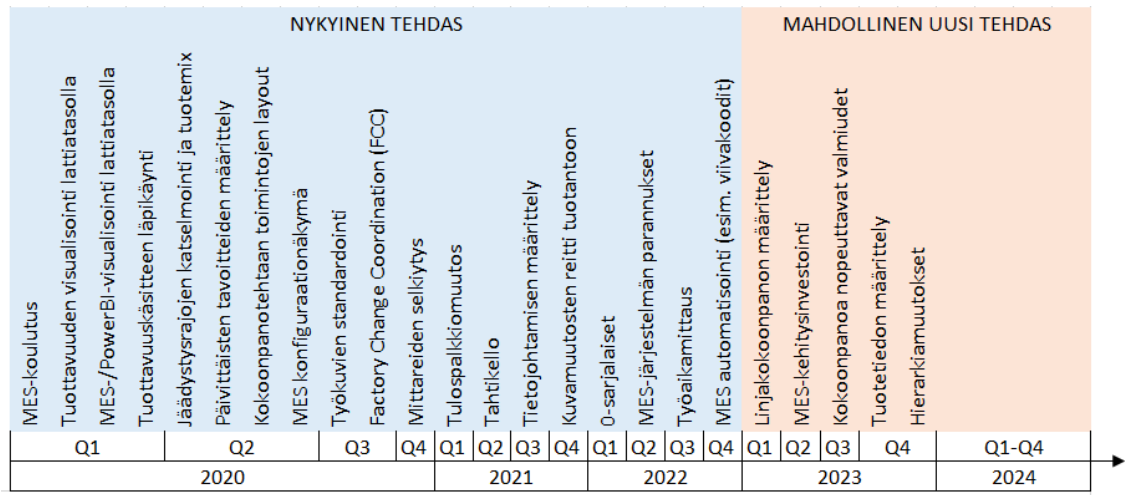
Työ aloitettiin tekemällä kirjallisuuskatsaus aiheesta aiemmin tehtyihin tutkimuksiin. Katsauksen pohjalta koottiin työn teoriaosuus, joka jakautuu tietojärjestelmiin, tiedonhallintaan ja tuottavuuteen. Tietojärjestelmien osalta tarkasteltiin MES- ja ERP-järjestelmien ominaisuuksia, järjestelmien välistä tiedonkulkua ja tiedon visualisointia. Tiedonhallinnan osalta tutkittiin tiedonhallintaa ja tietojohdantaa käsitteinä, tuotantotietoa sekä datan laadullisia ongelmia. Viimeisimpänä tuottavuuden osalta tarkasteltiin tuottavuuskäsitettä, sen mittaamista ja kehitysmahdollisuuksia. Teorian avulla voitiin vastata osaan tutkimuskysymyksistä hyvin yleisellä tasolla ja käytännön tutkimuksella tarkastelua kohdennettiin kohdeyrityksen tasolle.

Käytännön osuuden nykytila-analyysin tutkimusmenetelmiksi valittiin haastattelut, kysely sekä data-analyysi. Haastatteluilla pystyttiin vastaamaan hyvin mielipidekohtaisiin tutkimuskysymyksiin tuottavuudesta sekä selvittämään, mitä tietoa kohderyhmä käyttää työssään ja miten järjestelmien ominaisuuksia voitaisiin parantaa ja käyttöä tehostaa. Kyselyn avulla pystyttiin tarkastelemaan kokonaiskuvaa, vastausten poikkeavuuksia sekä määrittämään erityisesti visualisoinnin tärkeyttä. Kysely oli erityisesti yrityksen näkökulmasta tärkeä, sillä sen avulla pystyttiin painottamaan kehitystarpeita ja tarkentamaan haastatteluvastauksia. Kirjallisuuskatsauksen sekä haastatteluvastausten pohjalta luotua käsitystä järjestelmissä olevasta tiedosta ja sen laadusta pystyttiin todentamaan data-analyysin avulla. Data-analyysi toteutettiin tekemällä otantoja MES-järjestelmän virheraporteista ja kyselyvastauksista sekä seuraamalla ERP-järjestelmää viikon ajan ja kirjaamalla datavirheitä ylös. Data-analyysillä löydetyille datavirheille tehtiin juurisyyanalyysia kalanruotokaavioiden muodossa.

Haastattelujen ja kyselyn tulosten myötä työn aiheen ajankohtaisuus nousi esille. Tuloksilla voitiin havainnollistaa yleistä kantaa tuottavuuteen ja tietojärjestelmien toimivuuteen ja tätä kautta herättää kohderyhmässä ajatuksia ja luoda pohjaa kokoonpano-osastojen

yhteistyölle. Työn avulla sanomattomia asioita tuotiin esille. Lisäksi nykytila-analyysissä kävi ilmi, että tietojärjestelmien data ei ole merkittävä hidaste tuottavuudelle. Työssä havaittiin, että datan laadussa esiintyvät epäjohdonmukaisuudet eivät johdu järjestelmistä vaan prosessista, jonka mukaan tieto kirjataan. Enemmänkin tiedon hyödyntäminen järjestelmissä, sen jakaminen, kommunikointi, henkilöstölähtöisyys ja johtaminen koettiin asioiksi, joihin tulisi tulevaisuudessa kiinnittää huomiota. Järjestelmästä löytyi toki datavirheitä ja järjestelmiin ehdotettiin monenlaisia parannusideoita, jotka on listattu tähän työhön tulevaisuutta varten.

Kehitysideoita arvioitaessa selkeimmät jatkotoimenpiteet jakautuivat ehdotusmatriisien mukaisiin muutoksiin MES-järjestelmässä, tuotemixissä ja -muutosprosessissa sekä tuottavuuden mittareissa ja visualisoinnissa. Matriisien lisäksi kehitysehdotuksista tehtiin kuvassa 5.1 esitetty roadmap. Roadmapissa on esitetty laajemmin työn kautta määritelty kehitysehdotukset. Muutoksissa on hyvä lähtöä liikkeelle yksinkertaisimmista ja nopeimmin toteutettavista ehdotuksista. Näihin lukeutuvat esimerkiksi koulutus MES-järjestelmän käytöstä ja tuottavuuskäsitteen läpikäynti. Toimihenkilöiden keskuudessa tuli ilmi, että koulutus olisi tarpeellinen ja haastatteluissa huomattiin, että kaikki toimihenkilöt eivät tienneet tuottavuustavoitetta tai sen määritelmää. Näiden lisäksi tehtaan toimintaa ja tuottavuutta voidaan visualisoida asentajille melko nopealla aikataululla, kun on määriteltä, mikä tieto koetaan olennaiseksi. Näitä seuraavista nykyisen tehtaan ehdotuksista suurin osa on suoria poimintoja haastatteluissa tai muuten työssä määritellyistä toimenpiteistä. Kokoonpanotehtaan toimintojen layoutin suunnittelu nostettiin esille, sillä se vaikuttaa tuottavuuteen ja se oli toinen projekti, joka vaikutti tämän työn taustalla. Tuotemuutosten koordinoinnilla (FCC) tarkoitetaan niiden läpinäkyvyyden lisäämistä ja vaikuttavuuden määrittelyä. Vaikuttavuutta voitaisiin määritellä esimerkiksi arvioimalla muutoksen taloudellista hyötyä. Tuotemuutosprosessi nostettiin esille myös kehitysmatriiseissa. Vuoteen 2021 sijoitetulla tietojohdamisen määrittelyllä tarkoitetaan sitä, että yrityksessä tulisi määritellä, miten tietojohdamista tulisi toteuttaa tuotannossa ja kenen toimesta. Tällä hetkellä tietojohdamisen kulttuuri on tuotannossa vähäinen ja se voi olla osasyynä datavirheisiin ja siihen, että tiedosta ei saada kaikkea hyötyä irti.



Kuva 7.1 Kehitysehdotusten roadmap.

Mahdollisen uuden tehtaan tapauksessa tai vaikka uutta tehdasta ei tulisikaan, tulevaisuudessa on mahdollista toteuttaa laajempi kehitysinvestointi MES-järjestelmään, mikäli se koetaan tarpeelliseksi. Myös linjakokoonpano tulisi määrittellä uudelleen, sillä nykyisessä tehtaassa linjakokoonpano on oikeastaan paikkakokoonpanoa, joka tehdään linjamuodossa. Linjakokoonpano on tehokkaampaa, mutta tuotteiden tulee olla siihen sopivia. Tällä hetkellä juuri tuotteiden erilaisuus on yksi tekijä, joka tekee linjakokoonpanosta haasteellista. Pidemmällä tulevaisuudessa voidaan pohtia myös tuotetiedon määrittelyn merkitystä ja muutoksia organisaation hierarkiassa. Kohdeyrityksen tuotetiedon määrittelyssä on puutteita ja hierarkiarakenne on hyvin korkea, mikä hidastuttaa prosessien etenemistä.

Kaikkien roadmapiin listattujen kehitysehdotusten on katsottu vaikuttavan ennen kaikkea tuottavuuteen ja osan tietojärjestelmiin. Tarve kehitysehdotuksille havaittiin työn tekemisen aikana ja ne päätettiin kirjata kaikki ylös. Roadmapin avulla nähdään, mitä muutoksia tuottavuuden kehittämiseksi voitaisiin tehdä ja ajan myötä se on yrityksen päätettävissä, miten niitä lähdetään toteuttamaan.

LÄHTEET

- Amah, E. & Ahiauzu, A. (2011). Employee Involvement and Organizational Effectiveness, *Journal of Management Development*, Vol 32(7), ss. 661–674.
- Van Ark, B., de Jong, G. ja Henriksen, T. (2006). Getting the most out of Productivity. In: Henriksen, T. B. & Forlag, B. (toim.). *Essays in Honor of Beck Fallenses*, Børsens Forlag, ss. 89–103.
- Aura, O. (2019). Henkilöstötuottavuuden johtaminen teollisuudessa: Työkaari kantaa – tuottavaa työhyvinvointia-hankkeen alkuanalysien yhteenveto, 42s.
- Awad, E. & Ghaziri, H. (2004). *Knowledge Management*, Pearson Education, 456s.
- Bernolak, I. (2009). *Succeed with Productivity and Quality: How to do better with less*, ASQ Quality Press, Milwaukee, 241s.
- Bouthillier, F. & Shearer, K. (2002). Understanding knowledge management and information management: the need for an empirical perspective, *Information Research*, Vol 8(1). Saatavilla (viitattu 3.10.2019): <http://informationr.net/ir/8-1/paper141>
- Boysen, N., Flidner, M. ja Scholl, A. (2008). Assembly line balancing: Which model to use when?
- Cai, L. & Zhu, Y. (2015). The challenges of Data Quality Assessment in the Big Data Era, *Data Science Journal*, Vol 14(2), ss. 1–10.
- Cao, L. & Zhu, H. (2013). Normal Accidents: Data Quality Problems in ERP-Enabled Manufacturing, *ACM Journal of Data and Information Quality*, Vol 4(3), Article 11, 26s.
- Choo, C. W. (1995). Information Management for the Intelligent Organization: Roles and Implications for the Information Professions, *Digital Libraries Conference*, ss. 81–99. Saatavilla (viitattu 8.10.2019): <http://choo.fis.utoronto.ca/fis/respub/dlc95.html> .
- Civi, E. (2000). Knowledge management as a competitive asset: a review. *Marketing Intelligence and Planning*, Vol 18(4), ss. 166–174.

Coakes, E. (2006). Storing and sharing knowledge: Supporting the management of knowledge made explicit in transnational organisations, *The Learning Organization*, Vol 13(6), ss. 579–593.

Cohen, L., Manion, L. ja Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education*, 8th edition, Routledge, New York, 700s.

Cottyn, J., Van Landeghem, H., Stockman, K. ja Derammelaere, S. (2011). A Method to align a manufacturing execution system with Lean objectives, *International Journal of Production Research*, Vol 49(14), ss. 4397–4413.

Craig, C. & Harris, R. (1973). Total Productivity Measurement at the Firm Level, *Sloan Management Review*, Vol 14(3), ss. 13–29.

Debowski, S. (2006). *Knowledge Management*, John Wiley & Sons, 368s.

Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K. ja Abdekhodae, A. (2016). Visual Management, Performance Management and Continuous Improvement: A Lean Manufacturing Approach, *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol 7(2), ss. 187–210.

Formoso, C., Dos Santos, A. ja Powell, J. A. (2001). An Exploratory Study on the Applicability of Process Transparency in Construction Sites, *Journal of Construction Research*, Vol 3(1), ss. 35–54.

Gröger, C., Hillmann, M., Hahn, F., Mitschang, B. ja Westkämper, E. (2013). The Operational Process Dashboard for Manufacturing, *CIRP Conference on Manufacturing Systems*, ss. 205-210.

Gunasekaran, A. & Ngai, E. (2007). Knowledge management in 21st century manufacturing, *International Journal of Production Research*, Vol 45(11), ss. 2391-2418.

Hakala, J. T. (2010). Toimivan tutkimusmenetelmän löytäminen. In: Valli, R. & Aaltola, J. (toim.). *Ikkunoita tutkimusmetodeihin I*, 3. painos, PS-kustannus, 261s.

Hannula, M. (1998). *Productivity Measurement Methods at the Firm Level*, Tampereen teknillinen korkeakoulu, 156s.

Haug, A., Stentoft Arlbjørn, J. ja Pedersen, A. (2009). A classification model of ERP system data quality, *Industrial Management and Data Systems*, Vol 109(8), ss.1053-1068.

- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. ja Miettinen, A. (2009). Teollisuustalous, 6. painos, 509s.
- Henriques, V.E. (1987). Employee Productivity Measures, Small Business Report, Vol 12(1), s. 71.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2011). Tutkimushaastattelu – Teemahaastattelun teoria ja käytäntö, Gaudeamus Helsinki University Press, 208s.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. ja Sajavaara, P. (2007). Tutki ja kirjoita, 13. painos, Tammi, 448s.
- Holmström, B., Korkman, S. ja Pohjola, M. (2014). Suomen talouskriisin luonne ja kasvun edellytykset, Valtioneuvoston kanslia, 27s. Saatavilla (viitattu 8.11.2019): <https://vnk.fi/documents/10616/339615/Holmstrom-korkman-pohjola.pdf>
- Johnsson, C. (2004). ISA-95 – how and where can it be applied? Conference paper, Lund Institute of Technology, Sweden.
- Järvenpää, E. & Lanz, M. (2014). LeanMES: Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus suomalaisissa valmistavan teollisuuden yrityksissä, TTY.
- Kazaz, A., Manisali, E. ja Ulubeyli, S. (2008). Effect of basic motivational factors on construction workforce productivity in Turkey, Journal of Civil Engineering and Management, Vol 14(2), ss. 95-106.
- Keckman-Koivuniemi, H. (2010). Aineistotyyppit, KvantiMOTV – Kvantitatiivisten menetelmien tietovaranto.
- Kettunen, J. & Simons, M. (2001). Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto pk-yrityksessä: Teknologia- ja tiedon hallintaa, VTT, 232s.
- Khan, M. S. (1993). Methods of Motivating for Increased Productivity, Journal of Management in Engineering, Vol 9(2), ss. 148–156.
- Kletti, J. (2007). Manufacturing Execution System – MES, Springer. 269s.
- Koppa (2015). Menetelmäpolku, Jyväskylän yliopisto. Saatavissa (Viitattu 26.8.2019): <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku>
- Koppa (2019). Kirjallisuuskatsaus, Jyväskylän yliopisto. Saatavissa (Viitattu 2.12.2019): <https://koppa.jyu.fi/avoimet/kirjasto/kirjastotuutori/aihehaku-tutkimusprosessissa/aihe-avainkasitteiksi/kirjallisuuskatsaus>

Kucharska, E., Grobler-Dębska, K., Gracel, J. ja Jagodziński, M. (2015). Idea of Impact of ERP-APS-MES Systems Integration on the Effectiveness of Decision Making Process in Manufacturing Companies, Conference paper in Communications in Computer and Information Science, Poland.

Käpylä, J. (2008). Tuottavuuden kehittämisen haasteet suomalaisissa organisaatioissa vuonna 2008, Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto.

Laihonen, H. & Lönnqvist, A. (2013). Tiedolla johtaminen tarkoittaa tiedon hyödyntämistä. Saatavilla (Viitattu 2.10.2019): <https://tietovirta.wordpress.com/2013/11/06/tiedolla-johtaminen-tarkoittaa-tiedon-hyodyntamista/>

Lapinleimu, I. (1997). Johdatus tuotantojärjestelmiin. In: Lapinleimu, I., Kauppinen, V. ja Torvinen, S. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät, 1. painos, WSOY, 398s.

Leanware (2019). LeanwareMES- visuaalisin ja ohjaavin valmistuksenohjausjärjestelmä. Saatavissa (Viitattu 23.7.2019): <https://leanware.fi/fi/leanwaremes-visuaalisin-ja-ohjaavin-valmistuksenohjausjarjestelma/>.

Lehtoranta, O. (1997). Tuottavuuden mittaus toimiala- ja kansantaloustasolla. In: Uusi-Rauva, E. (toim.). Tuottavuus – mittaa ja menesty, 2. painos, Yrityksen tietokirjat, Helsinki, 296s.

Lindberg, C.-F., Tan, S., Yan, J. ja Starfelt, F. (2015). Key Performance Indicators Improve Industrial Performance, Energy Procedia, Vol 75, International Conference of Applied Energy, ss. 1785-1790.

Martinsuo, M. (2016). Tuotantostrategia. In: Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. and Lyly-Yrjänäinen, J. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa, Edita Publishing.

Mattila, M. (2003). Otos- ja otantamenetelmät, KvantiMOTV – Kvantitatiivisten menetelmien tietovaranto.

MESA International (2019). MESA model. Saatavissa (Viitattu 23.7.2019): <http://www.mesa.org/en/modelstrategicinitiatives/MESAModel.asp>.

MESA International (1997). MES Explained: A High Level Vision, White Paper Number 6.

Mether, E. (1999). Knowledge Management, Systeemityö, Sytyke ry. Saatavissa (Viitattu 3.10.2019): <http://www.sytyke.org/lehtiarkisto/staih.html>

Meyer, H., Fuchs, F. ja Thiel, K. (2009). Manufacturing Execution Systems: Optimal Design, Planning and Deployment, McGraw-Hill, 248s.

Misterek, S. D. A., Dooley, K. J. ja Anderson, J. C. (1992). Productivity as a Performance Measure, International Journal of Operations & Production Management, Vol 12(1), ss. 29–45.

Modara, M. & Al-Tahoo, L. (2017). The Role of Knowledge Management in Enhancing the Organizational Productivity, European Conference on Knowledge Management, ss. 1251–1260.

Mohanty, R. & Rastogi, S. (1985). An Action Research Approach to Productivity Measurement, National Institute for Training in Industrial Engineering, India, ss. 47-61.

Näättsaari, H. (1990). Tuotantotietojen keruun apuvälineet, Suomen metalli-, kone- ja sähköteknisen teollisuuden keskusliitto MET ry.

OECD (2001). Measuring Productivity, Measurement of Aggregate and Industry-Level Productivity Growth.

Oxford (2016). A Dictionary for Marketing.

Phusavat, K. (2013). Productivity Management in an Organization, ToKnowPress, 212s.

Phusavat, K. & Photaranon, W. (2006). Productivity/performance Measurement: Case application at the government pharmaceutical organization, Industrial Management and Data Systems, Vol 106(9), ss.1272–1287.

Pritchard, R. D. (1995). Productivity Measurement and Improvement – Organizational Case Studies, Westport, Connecticut, Praeger Publishers, 380s.

Rantanen, H. (2001). Internal obstacles restraining productivity improvement in small Finish industrial enterprises, International Journal of Production Economics, Vol 69, ss. 85-91.

Rantanen, H., Rantala T. ja Pekkola S. (2015). Tuottavuuden kehittämisen esteet – Suomi eilen ja tänään, Tutkimusraportti hankkeesta Tuottavuuden kehittämisen esteet pk-yrityksissä, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 47s.

Reuter, C. & Brambring, F. (2016). Improving data consistency in production control, Conference on Manufacturing Systems – CIRP CMS 2015, ss. 51-56.

Ropponen, L. (2019). Tietojohdaminen, tiedonhallinta ja kokonaisarkkitehtuuri, Arter. Saatavilla (Viitattu 3.10.2019): <https://www.arter.fi/tietojohdaminen-tiedonhallinta-ja-kokonaisarkkitehtuuri/> .

Ruch, W. (1982). The Measurement of White-Collar Productivity: The author demonstrates how to overcome the obstacles of developing white-collar productivity measures, National Productivity Review (pre 1986), Vol 1(4), ss. 416-426.

Ruusuvuori, J. & Tiittula, L. (2005). Haastattelu – Tutkimus, tilanteet ja vuorovaikutus, Vastapaino, Tampere.

Ruusuvuori, J., Nikander, P. ja Hyvärinen, M. (2010). Haastattelun analyysin vaiheet. In: Ruusuvuori, J., Nikander, P. ja Hyvärinen, M. (toim.). Haastattelun analyysi, Vastapaino, 470s.

De Saeger, A. (2015). Ishikawa Diagram, 50minutes.com, 32s.

Schuh, G., Reuter, C., Prote, J., Brambring, F. ja Ays, J. (2017). Increasing data integrity for improving decision making in production planning and control, CIRP Annals – Manufacturing Technology, Vol 66(1), ss. 425-428.

Senkuvienė, I., Jankauskas, K. ja Kvietkauskas, H. (2014). Using manufacturing measurement visualization to improve performance, Mechanika, Vol 20(1), ss. 99-107.

Souza das Neves, J., Kazue Akabane, G. ja Silva Marins, F. (2014). Contributions of MES (Manufacturing Execution System) to improve manufacturing competitive priorities, São Paulo State University, Brazil.

Stevenson, W. (2018). Operations management, 13. painos, McGraw-Hill.

Stricker, N., Pfeiffer, A., Moser, E., Kádár, B. and Lanza, G. (2016). Performance measurement in flow lines – Key to performance improvement, CIRP Annals – Manufacturing Technology, Vol 65, ss. 463–466.

Syverson, C. (2011). What determines productivity? *Journal of Economic Literature*, Vol 49(2), ss. 326-365.

Tanskanen, R., Ravantti, E. ja Pääkkönen R. (2013). Nostetaan tuottavuutta ja työelämän laatua yhdessä, Työterveyslaitos, Helsinki.

Tezel, A., Koskela, L., Tzortzopoulos, P., Torres Formoso, C. ja Alves, T. (2015). Visual Management in Brazilian Construction Companies: Taxonomy and Guidelines for Implementation, *Journal of Management in Engineering*, Vol 31(6), 14s.

Tilastokeskus (2007). Laatu tilastoissa, 2. painos, 126s. Saatavilla (Viitattu 2.12.2019): http://www.stat.fi/meta/gg_2ed.pdf

Torabi, F. & El-Den, J. (2017). The Impact of Knowledge Management on Organizational Productivity; A Case Study on Koosar Bank of Iran, *Procedia Computer Science*, Vol 124, ss. 300–310.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2018). Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi, uudistettu painos, Tammi.

Uusi-Rauva, E. (1996). Ohjauksen tunnusluvut ja suoritusten mittaust, Tampereen teknillinen korkeakoulu, 76s.

Uusi-Rauva, E. (1997). Tuottavuus- mittaa ja menesty, 2. painos, Yrityksen tietokirjat, Helsinki, 296s.

Valli, R. (2010). Kyselylomaketutkimus. In: Valli, R. & Aaltola, J. (toim.). Ikkunoita tutkimusmetodeihin I, 3. painos, PS-kustannus, 261s.

Vastamäki, J. (2010). Kyselylomaketutkimus: Tutkimusasetelman ja mittareiden valinta. In: Valli, R. & Aaltola, J. (toim.). Ikkunoita tutkimusmetodeihin I, 3. painos, PS-kustannus, 261s.

Vesilahti, K. (2016). Tuottavuuden jatkuva parantaminen. Saatavissa (Viitattu 21.10.2019): www.tts.fi

Viitamo, E. (2007). Productivity of Business Services – Towards A New Taxonomy, Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta, 61s.

Vilka, H. (2007). Tutki ja mittaa: määrällisen tutkimuksen perusteet, 188s.

Vilpola, I. & Terho, K. (2008). Tehokkuutta tuotannon tietojärjestelmiin – loppukäyttäjät mukaan määrittelyyn, *Teknolagateollisuus*, 50s.

Zack, M. H. (1999). Developing a Knowledge Strategy, *California Management Review*, Vol 41(3), ss. 125–145.

Zwick, T. (2004). Employee Participation and Productivity, *Labour Economics*, Vol 11, ss. 715-740.

LIITE A: KVALITATIIVISET HAASTATTELUKYSYMYKSET

TIETOJÄRJESTELMÄT

1. Mitä tietoja tarvitset päivittäin MES- ja ERP-järjestelmistä?
2. Onko tietojärjestelmissä laadukasta dataa?
(Laadukas data: Korkealaatuisen datan mittarina voidaan pitää sen ”sopivuutta käyttöön”. Tuotannonohjauksen ja -johdon kannalta datan laadulle olennaista on sen johdonmukaisuus eli saadussa tiedossa ei ilmene ristiriitoja, oikeus eli tieto heijastaa todellisuutta ja täydellisyys eli mitään tietoa, mitä olisi pitänyt kerätä, ei puutu. (Reuter & Brambring 2016, s. 52–53).)
3. Voitko vaikuttaa/vaikutatko datan laatuun säännöllisesti?
4. Koetko tietojärjestelmistä saatavan datan helpottavan päätöksentekoa/työtä?
5. Ovatko MES-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia?
6. Ovatko ERP-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia?
7. Mitä ominaisuuksia MES-järjestelmässä tulisi olla, jotta se tukisi työtäsi paremmin?

TUOTTAVUUS

1. Miten ymmärrät käsitteen tuottavuus?
2. Onko tuottavuuden mittaumenetelmä toimiva yrityksessä?
3. Koetko päivittäisellä työlläsi vaikuttavasi tuottavuuteen?
4. Mitkä ovat avaintekijät yrityksen tuottavuuden kehittämiseksi?
5. Millaisia tuottavuusesteitä koet yrityksessä olevan?
(Tuottavuusesteiksi kutsutaan eri tekijöitä, jotka voivat ehkäistä tai hidastaa tuottavuuden kehittymistä. (Sisäiset: tuotantovälineisiin ja henkilöstöön liittyvät esteet, ulkoiset: lainsäädäntöön, politiikkaan, infrastruktuuriin liittyvät esteet, yleinen: tuottavuuden käsitteen määritelmästä aiheutuvat hidasteet)
6. Onko tuottavuustavoitteen saavuttaminen realistista?
7. Koetko tuottavuuden parantamisen olennaiseksi tavoitteeksi yrityksessä?

LIITE B: KVANTITATIIVISET HAASTATTELUKYSYMYKSET

TIETOJÄRJESTELMÄT

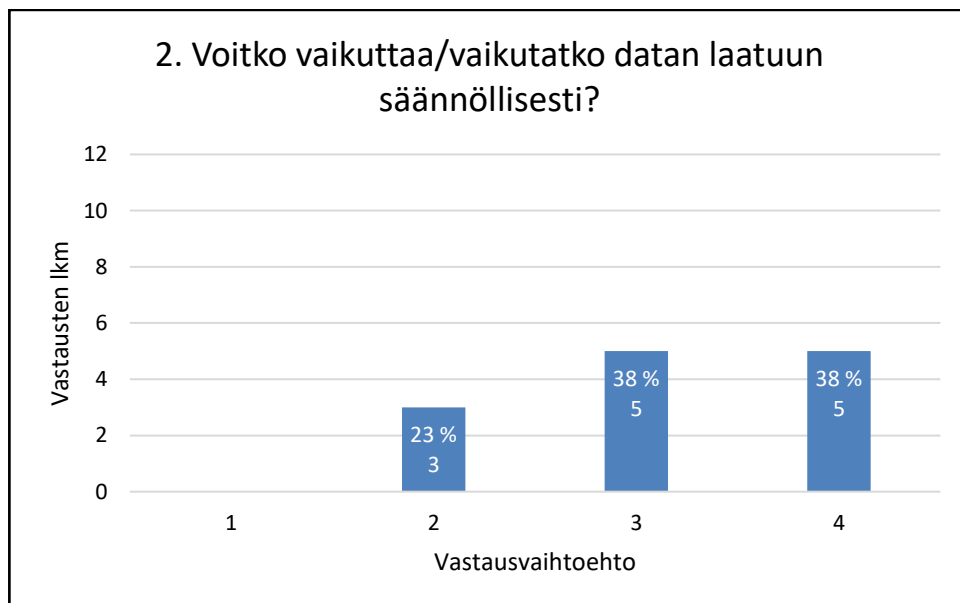
1. Onko yrityksen tietojärjestelmistä saatava data laadukasta? Arvioi 1-4
(Laadukas data: Korkealaatuisen datan mittarina voidaan pitää sen ”sopivuutta käyttöön”. Tuotannonohjauksen ja -johdon kannalta datan laadulle olennaista on sen johdonmukaisuus eli saadussa tiedossa ei ilmene ristiriitoja, oikeus eli tieto heijastaa todellisuutta ja täydellisyys eli mitään tietoa, mitä olisi pitänyt kerätä, ei puutu. (Reuter & Brambring 2016, s. 52–53).)
2. Voitko vaikuttaa/vaikutatko datan laatuun säännöllisesti? Arvioi 1-4
3. Vaatiiko datan ylläpito suurta panostusta? Arvioi 1-4
4. Voiko järjestelmätietoon pohjautuvia päätöksiä tehdä? Arvioi 1-4
5. Ovatko MES-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia? Arvioi 1-4
6. Ovatko ERP-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia? Arvioi 1-4
7. Kuinka olennaista on visualisoida tuotannon suorituskykyä? Arvioi 1-4

TUOTTAVUUS

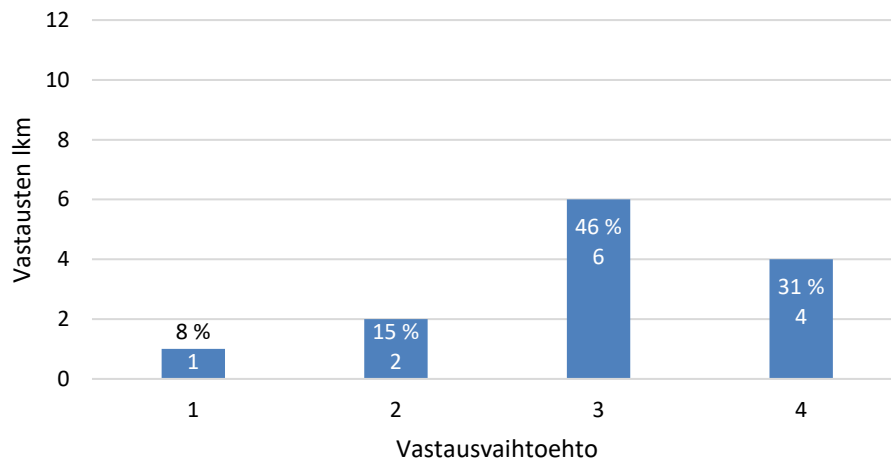
1. Kuinka paljon seuraat tuottavuuden kehitystä? Arvioi 1-4
2. Onko tuottavuustulokset helposti saatavilla? Arvioi 1-4
3. Koetko päivittäisellä työlläsi vaikuttavasi tuottavuuteen? Arvioi 1-4
4. Kuinka olennaista on visualisoida tuottavuutta? Arvioi 1-4
5. Onko tuottavuustavoitteen saavuttaminen realistista? Arvioi 1-4
6. Koetko tuottavuuden parantamisen olennaiseksi tavoitteeksi yrityksessä?
Arvioi 1-4

LIITE C: KYSELYN VASTAUKSET

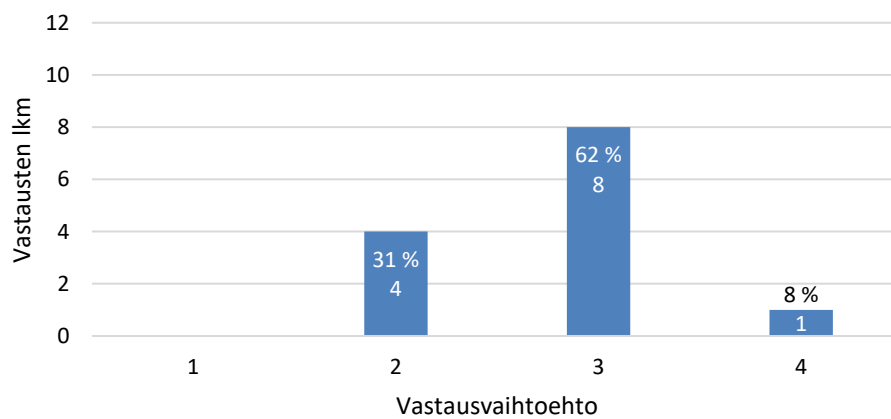
TIETOJÄRJESTELMÄT



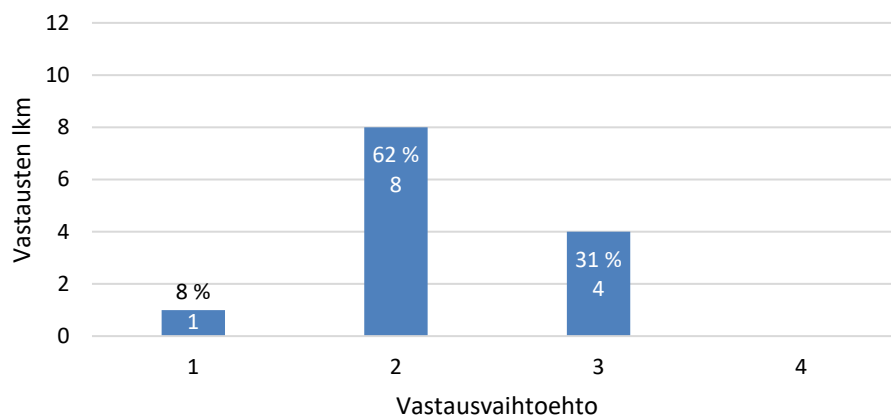
3. Vaatiiko datan ylläpito suurta panostusta?

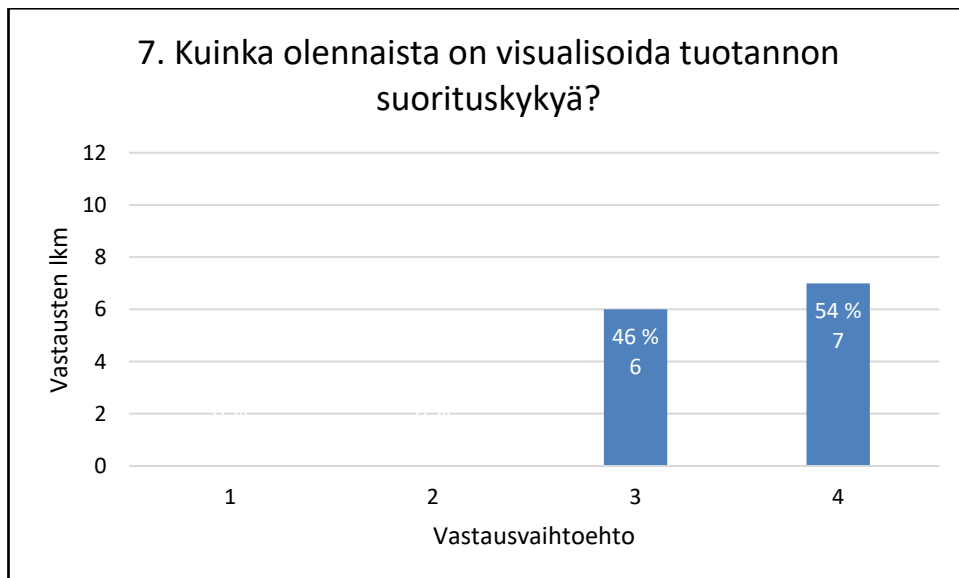
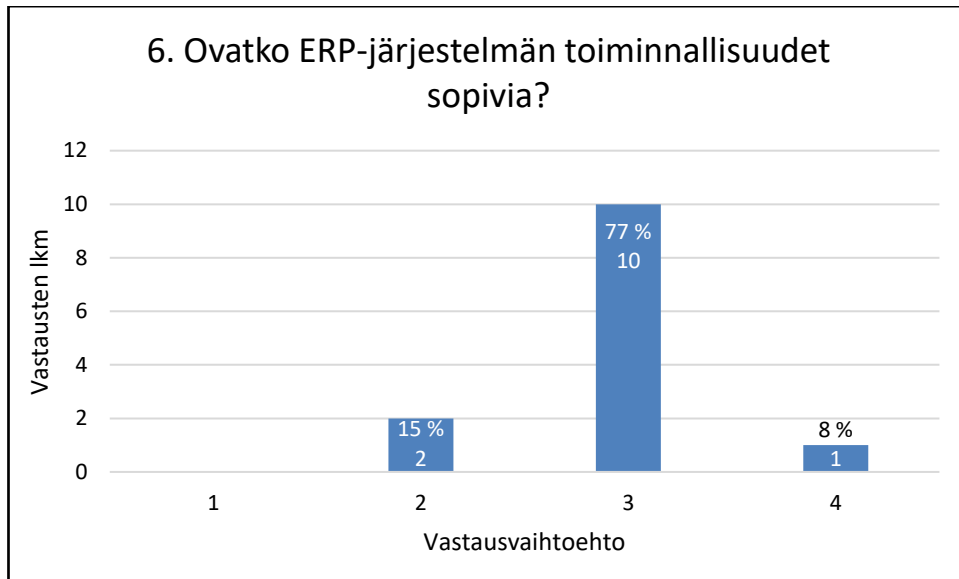


4. Voiko järjestelmätietoon pohjautuvia päätöksiä tehdä?

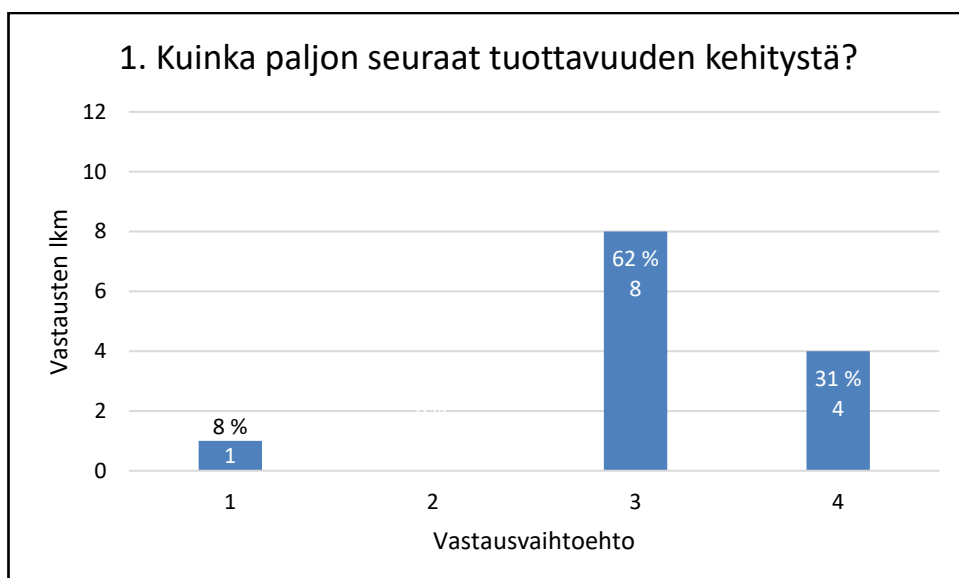


5. Ovatko MES-järjestelmän toiminnallisuudet sopivia?

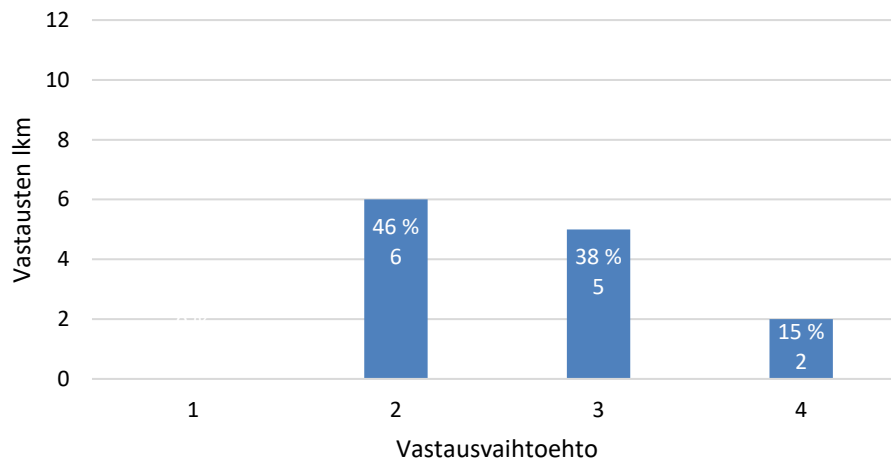




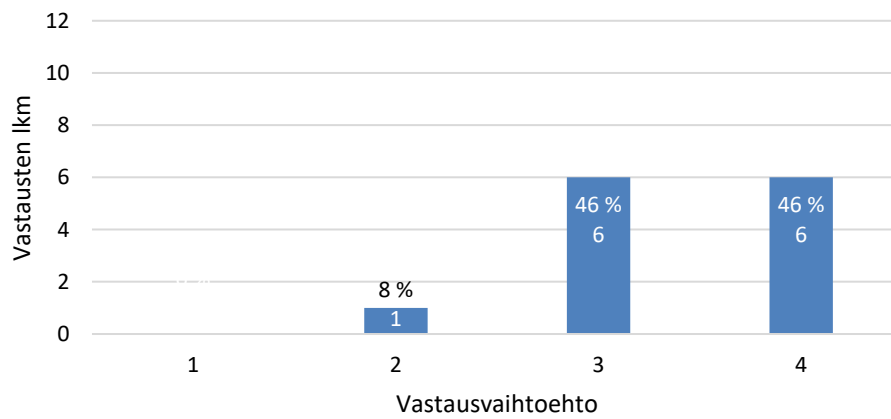
TUOTTAVUUS



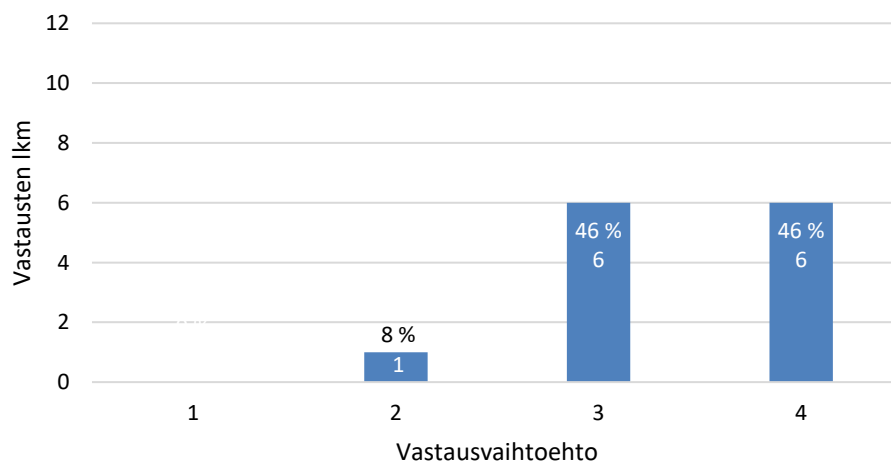
2. Ovatko tuottavuustulokset helposti saatavilla?



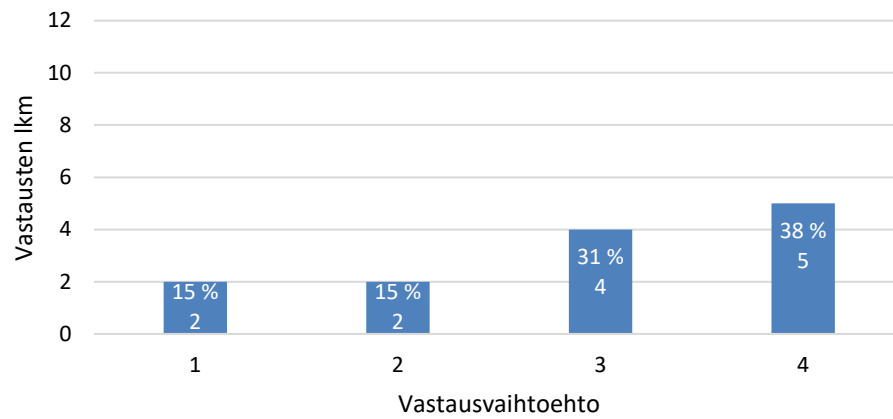
3. Koetko päivittäisellä työlläsi vaikuttavasi tuottavuuteen?



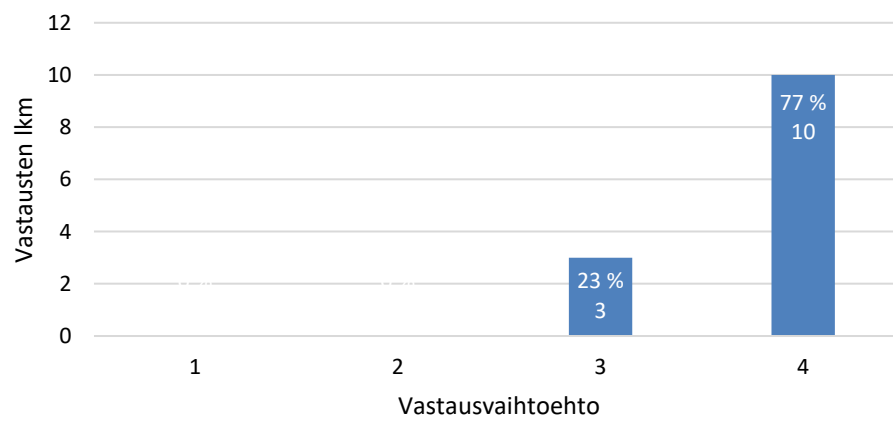
4. Kuinka olennaista on visualisoida tuottavuutta?



5. Onko tuottavuustavoitteen saavuttaminen realistista?



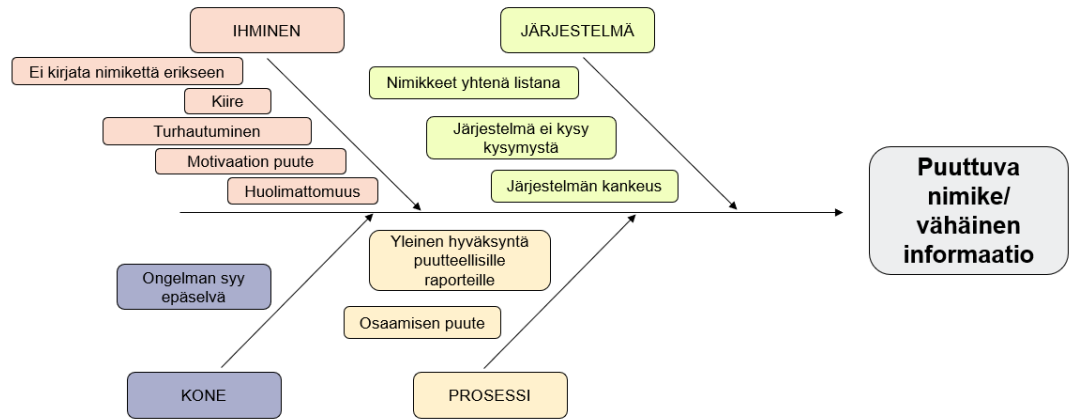
6. Koetko tuottavuuden parantamisen olennaiseksi tavoitteeksi yrityksessä?



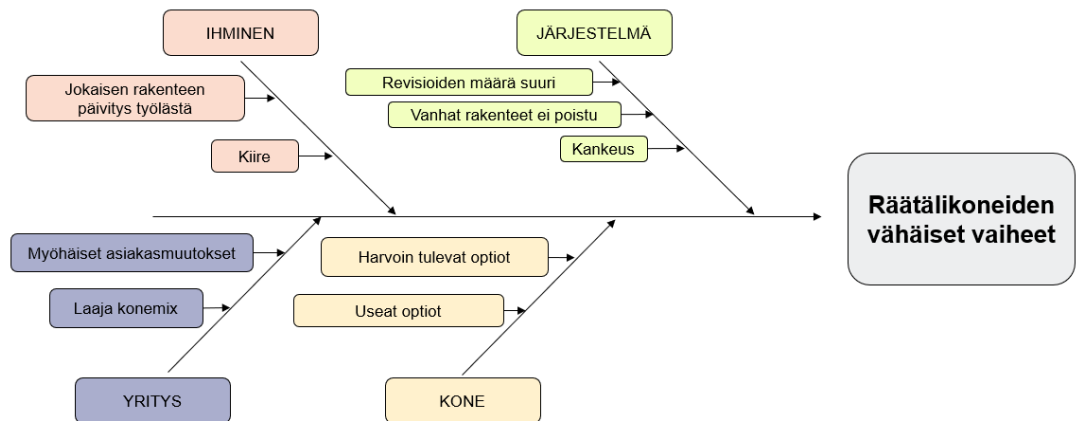
LIITE D: JUURISYYANALYYSIKAAVIOT

Kalanruotokaaviot MES

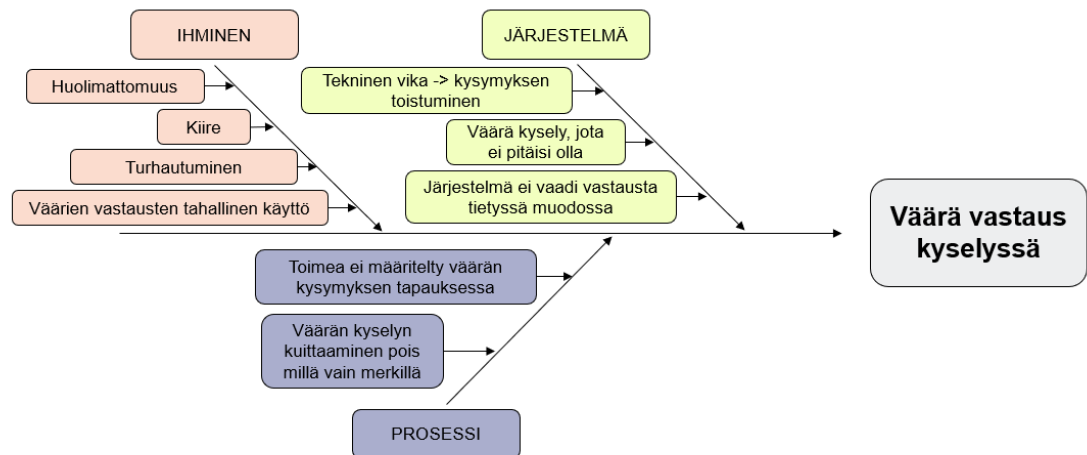
Kaavio 1. Puuttuva nimike raportissa



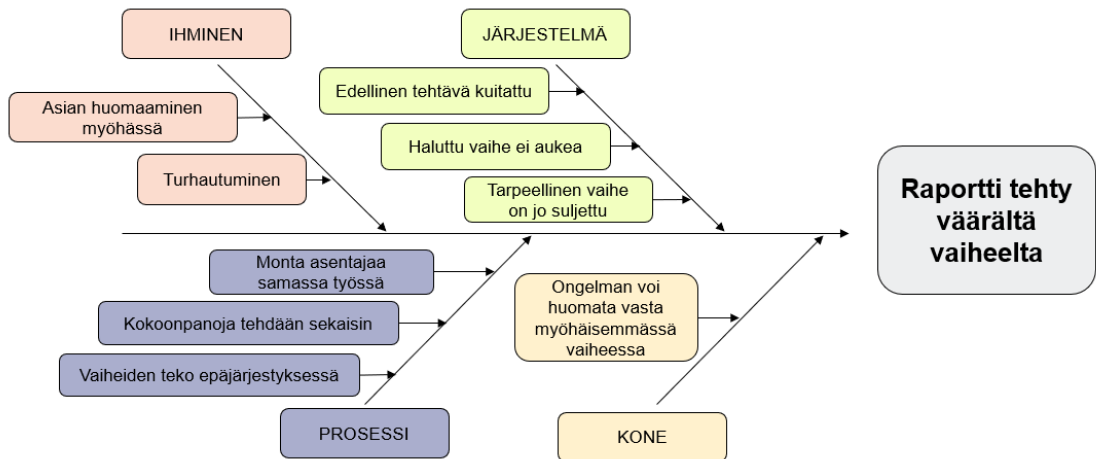
Kaavio 2. Räättälikoneiden vähäiset vaiheet



Kaavio 3. Väärä vastaus kyselyssä

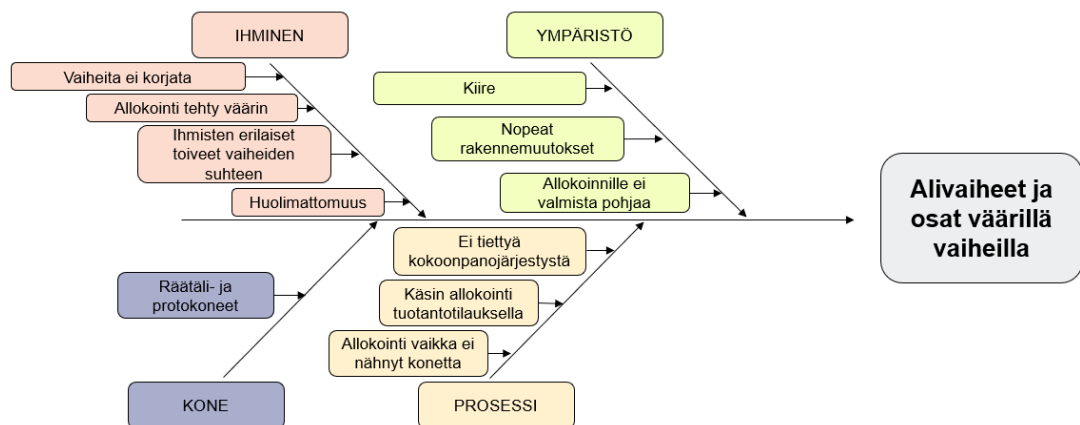


Kaavio 4. Raportti tehty väärältä vaiheelta

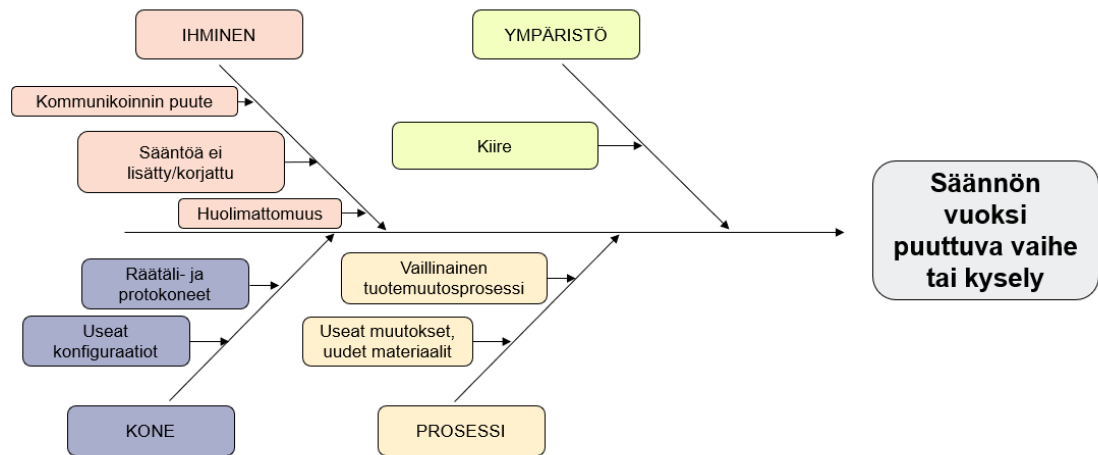


Kalanruotokaaviot ERP

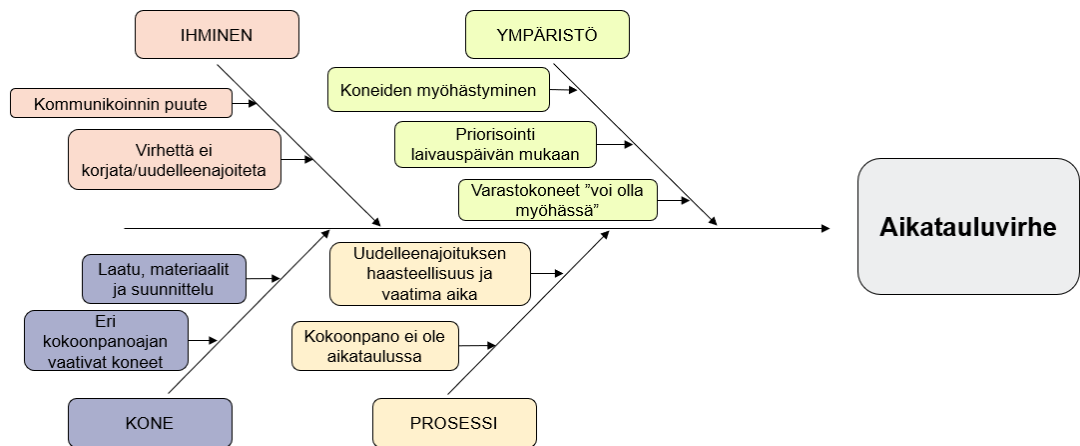
Kaavio 1. Alivaiheet ja osat väärillä vaiheilla



Kaavio 2. Säännön vuoksi puuttuva vaihe tai kysely

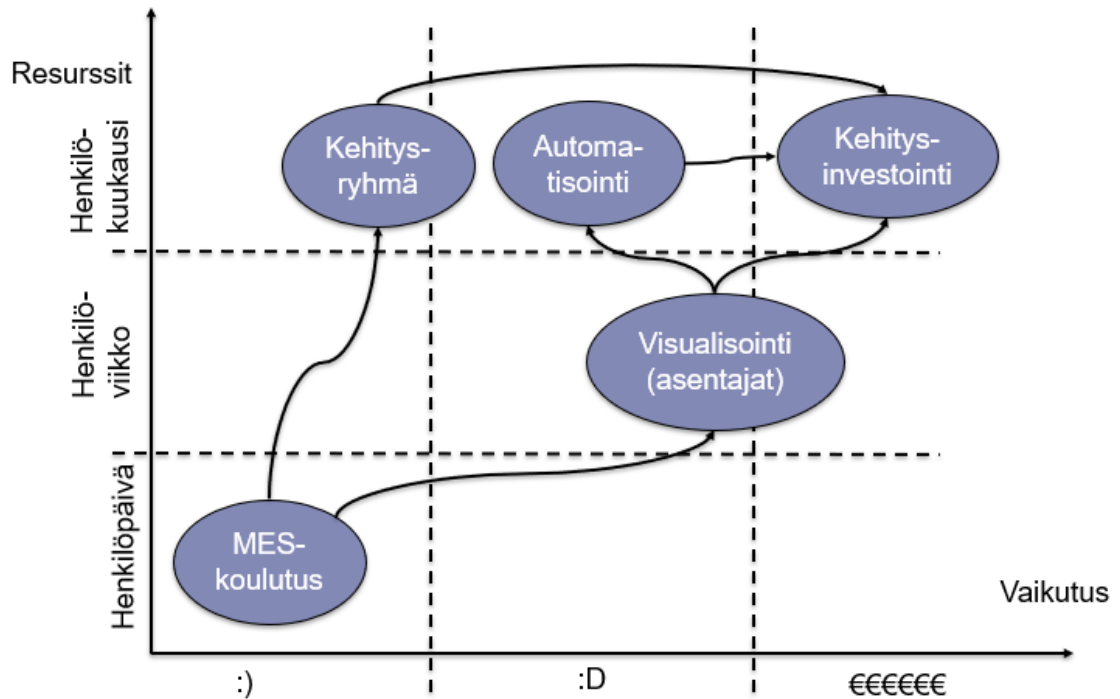


Kaavio 3. Aikatauluvirhe

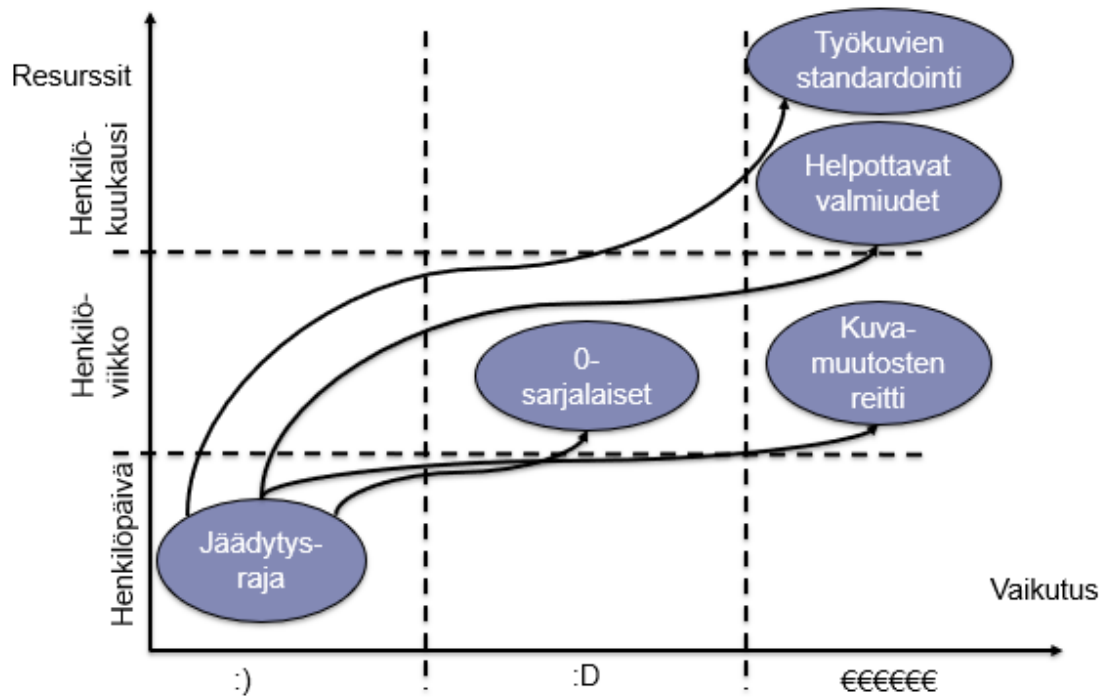


LIITE E: KEHITYSEHDOTUSTEN ARVIOINTIMATRIISIT

1. MES-järjestelmän kehitys



2. Tuotemuutosprosessin kehitysehdotukset



3. Tuottavuuden kehitysehdotukset

